



CLIMATE CHANGE CENTER  
Berlin Brandenburg



Open Policy Brief Nr. 02

# Monitoring der Berliner Treibhausgas-Emissionen

Dorothea Kisting, Steffen Lohrey, Felix Creutzig

März 2024

# Monitoring der Berliner Treibhausgas-Emissionen

## Inhaltsverzeichnis

<b>ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS .....</b>	<b>3</b>
<b>ZUSAMMENFASSUNG .....</b>	<b>4</b>
<b>EINFÜHRUNG: DAS GLOBALE TREIBHAUSGASBUDGET UND DER BEITRAG BERLINS.....</b>	<b>6</b>
<b>BILANZIERUNG VON TREIBHAUSGASEN AUF STADTEBENE .....</b>	<b>7</b>
Approximation von Emissionen aus Aktivitätsdaten und Emissionsfaktoren .....	7
Bilanzierungs-Systematik Kommunal (BISKO) .....	8
Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories (GPC).....	8
<b>AKTUELLE VERÖFFENTLICHUNGEN UND BERICHTE ÜBER DIE BERLINER TREIBHAUSGAS-EMISSIONEN .....</b>	<b>10</b>
Statistischer Bericht – Energie- und CO <sub>2</sub> -Bilanz in Berlin .....	10
Emissionskataster für Luftschadstoffe .....	10
Emissionskataster des Straßenverkehrs.....	11
Energieatlas .....	11
Umweltatlas: Verkehrsmengen DTV 2014 .....	12
Bilanzierung einzelner Berliner Bezirke und Ortsteile.....	12
<i>Bezirk Charlottenburg-Wilmersdorf .....</i>	<i>13</i>
<i>Ortsteil Wedding (Bezirk Mitte) .....</i>	<i>13</i>
Machbarkeitsstudien “Klimaneutrales Berlin 2050” und “Berlin Paris-konform machen” .....	13
Evaluierung der bisherigen Veröffentlichungen.....	13
<b>ZEITNAHE BILANZIERUNG DER TREIBHAUSGAS-EMISSIONEN DES LANDES BERLIN.....</b>	<b>15</b>
<b>VERKEHRSSSEKTOR .....</b>	<b>17</b>
Straßenverkehr .....	17
1. Ansatz: Approximation des Treibstoffverbrauchs mittels der bundesweiten amtlichen Mineralölstatistik .....	17
2. Ansatz: Approximation des Verkehrsaufkommens .....	18
<i>Politisch relevante Variablen.....</i>	<i>19</i>
Anzahl an Tankstellen .....	19
Kraftfahrzeugbestand und -neuzulassungen.....	20
Öffentliche Flotten.....	20

Anzahl an Parkplätzen und Parkplatzkosten.....	22
Ladeinfrastruktur für E-Autos.....	22
Fahrradverkehr .....	23
Schienenverkehr .....	24
ÖPNV .....	24
Fernverkehr der DB.....	24
Güterverkehr durch DB Cargo.....	25
Schiffsverkehr .....	25
Flugverkehr .....	25
<b>STROM.....</b>	<b>27</b>
Approximationsansatz basierend auf dem tagesaktuellen Strommix .....	27
Politisch relevante Variablen .....	27
<i>Bestand stromerzeugender Anlagen.....</i>	<i>27</i>
<i>Eingespeicherter Strom leistungsstarker Kraftwerke .....</i>	<i>28</i>
<b>GEBÄUDEHEIZUNGEN .....</b>	<b>29</b>
1. Ansatz zur Approximation basierend auf Schornsteinfegerdaten.....	29
2. Ansatz zur Approximation basierend auf Gebäudeeigenschaften.....	30
3. Ansatz zur Approximation des Heizölverbrauchs mittels der bundesweiten amtlichen Mineralölstatistik.....	31
Politisch relevante Variablen .....	31
<i>Anzahl an Wärmepumpen und Solarthermieanlagen.....</i>	<i>31</i>
<b>INDUSTRIE UND GEWERBE .....</b>	<b>33</b>
<b>HANDLUNGSEMPFEHLUNG ZUR BESCHAFFUNG FEHLENDER DATEN .....</b>	<b>34</b>
Bericht des Kraftstoffverbrauchs.....	34
Bereitstellung der Daten in der Jelbi-App registrierter Dienste.....	34
Automatisierung des Zugriffs auf Schornsteinfegerdaten .....	34
<b>FAZIT .....</b>	<b>35</b>
<b>LITERATURVERZEICHNIS.....</b>	<b>37</b>

## Abkürzungsverzeichnis

API – Application Programming Interface

BAFA – Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle

BEG – Bundesförderung für effiziente Gebäude

BISKO – Bilanzierungs-Systematik Kommunal

BVG – Berliner Verkehrsbetriebe

COP – Conference of the Parties

DB – Deutsche Bahn

DIW – Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung

GPC – Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change

KBA – Kraftfahrt-Bundesamt

KWK – Kraft-Wärme-Kopplung

MaStRV – Marktstammdatenregisterverordnung

ÖPNV – Öffentlicher Personennahverkehr

PV – Photovoltaik

SenMVKU – Senatsverwaltung für Mobilität, Verkehr, Klimaschutz und Umwelt

THG – Treibhausgase

UNFCCC – United Nations Framework Convention on Climate Change

UBA - Umweltbundesamt

VBB – Verkehrsverbund Berlin Brandenburg

## Zusammenfassung

**Treibhausgas-Emissionen müssen rasant reduziert werden, um den menschengemachten Klimawandel abzuschwächen.** Trotz globaler Bemühungen, die Emissionen zu senken, steigen diese kontinuierlich an. Die Begrenzung der Erderwärmung auf deutlich unter 2°C, möglichst auf 1,5°C, wie im Klimaabkommen von Paris beschlossen, erscheint schwer erreichbar, sofern keine schnellen, weitreichenden klimapolitischen Maßnahmen erfolgen. Es bedarf dabei einer ambitionierten Klimapolitik auf internationaler, nationaler und regionaler Ebene, so auch in Berlin.

**Durch eine kontinuierliche Überwachung der Treibhausgas-Emissionen könnten umgesetzte Politikmaßnahmen zeitnah evaluiert werden. Daten zu Berliner Treibhausgas-Emissionen werden in einem statistischen Bericht mit einem Verzug von über zwei Jahre veröffentlicht. Durch eine schnellere Berichterstattung könnte die Wirkung von Politikmaßnahmen auf Emissionen zeitnäher evaluiert werden.** Bei Bedarf wäre so eine kurzfristigere, gezielte Nachjustierung der Maßnahmen möglich.

**In diesem Bericht wird ein Konzept zur zeitnäheren Bilanzierung der Berliner Treibhausgas-Emissionen vorgestellt.** Neben Ansätzen zur Approximation der Emissionen in den Bereichen Verkehr, Strom und Gebäudeheizungen werden Variablen aufgeführt, welche die Emissionen direkt oder indirekt beeinflussen und relevant für die Evaluierung klimapolitischer Maßnahmen oder von allgemeinem Interesse für Entscheidungsträger\*innen sein könnten. Ausgangspunkt des Berichts ist die Verfügbarkeit relevanter Daten. Zudem werden die Zugriffsmöglichkeiten sowie die Frequenz und Aktualität der Datenveröffentlichungen aufgezeigt.

**Treibhausgas-Emissionen werden auf kommunaler Ebene meist territorial erfasst, mit Ausnahme von Strom, bei dem ein Verursacherprinzip angewendet wird.** In diesem Bericht wird zudem der Flugverkehr des Brandenburger Flughafens „Willy Brandt“ (BER) berücksichtigt, was über die offizielle Berliner Statistik und eine territoriale Bilanzierung hinausgeht.

**Für den Straßenverkehr werden zwei Approximationsansätze vorgestellt: Eine Schätzung des Treibstoffverbrauchs basierend auf der monatlich veröffentlichten bundesweiten Mineralölstatistik und eine Approximation des Verkehrsaufkommens.** Der anteilige Treibstoffverbrauch Berlins am deutschlandweiten Verbrauch stellt eine möglicherweise grobe, jedoch sehr zeitnahe Schätzung dar. Messdaten von Verkehrsdetektoren in Kombination mit Ergebnissen einmaliger Verkehrszählung bilden die Grundlage für den zweiten Approximationsansatz. Die Güte dieser Schätzung ist unklar. Eine legislativ beschlossene, regelmäßige Absatzbefragung aller Tankstellen könnte zu einer umfassenderen Datenlage beitragen. Dazu wäre eine Änderung des Energiestatistikgesetzes vonnöten, welche das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz anstoßen könnte.

**Weitere verkehrspolitisch relevante Variablen wurden identifiziert und die Datenverfügbarkeit für diese Variablen erscheint umfangreich.** Beispielsweise liegen detaillierte Daten zum aktuellen Fahrzeugbestand vor, die künftig in Ansätze zur Emissionsapproximation integriert werden könnten. Anonymisierte Daten, die der Jelbi-App zugrunde liegen, könnten umfangreiche Einblicke in das Mobilitätsverhalten der Berliner Bevölkerung liefern.

**Emissionen des Schienen- und Flugverkehrs lassen sich durch Fahr- und Flugplandaten approximieren.** Diese stehen weitestgehend in Echtzeit zur Verfügung.

**Der in Berlin verbrauchte Strom kann als Anteil des aktuellen bundesweiten Stromverbrauchs geschätzt werden.** Aufgrund des zusammenhängenden deutschen Stromnetzes mit derzeit einheitlicher Preiszone erscheint dieser Ansatz sinnvoll. Das durch die Denkfabrik Agora Energiewende veröffentlichte Agorameter, ein Dashboard, welches

unter anderem tagesaktuelle Daten zum bundesweiten Stromverbrauch darstellt, liefert die Datengrundlage für diese Approximation.

**Das Marktstammdatenregister stellt Daten zu allen stromerzeugenden Anlagen, einschließlich Photovoltaik- und Windkraftanlagen, zur Verfügung.** Es wird in hoher Frequenz aktualisiert.

**Daten, die durch Schornsteinfeger\*innen erhoben werden, und solche über Gebäudeeigenschaften bilden die Grundlage für zwei Ansätze zur Approximation der Treibhausgas-Emissionen durch Gebäudeheizungen.** Aufgrund der Relevanz der durch Schornsteinfeger\*innen erhobenen Daten zum Heizungsbestand, erscheint die Erstellung einer Plattform zur vereinfachten Datenübertragung sinnvoll. Für den zweiten Approximationsansatz sind unter anderem Ergebnisse des Zensus 2022 hilfreich.

**Die Anzahl an Förderanträgen im Rahmen der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) kann Aufschluss über den Bestand an Wärmepumpen und Solarthermieanlagen geben.**

**Die Bereiche Industrie und Gewerbe werden aufgrund der geringen Emissionsmengen in Berlin und der guten Dokumentation existierender Anlagen in diesem Bericht weitestgehend vernachlässigt.**

**Die dargestellten Approximationsansätze und Variablen können als Grundlage für die Implementierung eines automatisierten Workflows zur zeitnahen Approximation der Treibhausgas-Emissionen des Landes Berlin dienen.** Eine solche kontinuierliche Berichterstattung würde eine schnelle Evaluation klimapolitischer Maßnahmen ermöglichen. Zur Visualisierung und Kommunikation mit der Öffentlichkeit könnten die geschätzten Emissionen und die weiteren aufgezeigten Variablen in einem stetig aktualisierten Dashboard dargestellt werden.

## Einführung: Das Globale Treibhausgasbudget und der Beitrag Berlins

Im Pariser Klimaabkommen wurde eine Begrenzung des weltweiten Temperaturanstiegs auf möglichst 1,5°C, in jeden Fall aber auf deutlich unter 2°C, im Vergleich zum vorindustriellen Zeitalter beschlossen [1]. Im Jahr 2022 lag die globale Durchschnittstemperatur bereits 1,06°C über dem vorindustriellen Durchschnitt [2]. Aktuelle Forschung zeigt, dass das 1,5°C-Ziel des Pariser Klimaabkommens unter den momentan angestrebten klimapolitischen Maßnahmen voraussichtlich nicht erreicht wird. Weitreichende zusätzliche Maßnahmen auf internationaler, nationaler und regionaler Ebene wären dazu notwendig [3].

Auch das Land Berlin muss einen Beitrag leisten und mithilfe einer ambitionierten Klimapolitik die Treibhausgas-Emissionen soweit möglich reduzieren. Es wird angestrebt, dass die Berliner Treibhausgas-Emissionen in 2030 um 60% und in 2050 um 95% reduziert sind gegenüber den Emissionen in 1990. Eine Analyse zeigt jedoch, dass bei einer Fortschreibung der bisherigen Reduktionstrends die Emissionen deutlich über diesen gesetzten Zielen liegen werden [4].

Politische wie technische Maßnahmen zur Emissionsreduzierung schlagen sich nicht umgehend in verfügbaren offiziellen Emissionsdaten nieder. Dies liegt zum einen an einer verzögerten Wirkung vieler Maßnahmen. So zeigen beispielsweise Förderprogramme zur energetischen Sanierung erst nach einer Veränderung des Heizungsbestands eine Wirkung. Zum anderen ist in der bisherigen Berichtspraxis zu Treibhausgas-Emissionen die offizielle Feststellung der Emissionsmengen um zwei bis drei Jahre verzögert, gemessen am Emissionsdatum. Dies lässt sich durch einen mehrstufigen zugrundeliegenden administrativen Prozess begründen.

Eine schnellere Bilanzierung von Emissionen könnte zu einer besseren Messbarkeit des Fortschritts im Bereich der Klimaanstrengungen beitragen sowie eine Motivation für politische Akteure darstellen zu handeln, da Auswirkungen neuer Regularien schneller sichtbar würden.

In diesem Report werden Ansätze zur zeitnäheren, kontinuierlichen Approximation der Berliner Treibhausgas-Emissionen skizziert. Darüber hinaus werden weitere relevante Variablen aufgezeigt, welche die Emissionen direkt oder indirekt beeinflussen und für Entscheidungsträger\*innen und die Evaluierung politischer Maßnahmen interessant sein könnten. Dieser Bericht wurde ausgehend von der Verfügbarkeit relevanter Daten im August 2023 erstellt. Die entwickelte Methodik könnte bei einer umfangreicheren Datenverfügbarkeit in der Zukunft weiter ausgearbeitet werden.

## Bilanzierung von Treibhausgasen auf Stadtebene

Einheitliche Bilanzierungsstandards ermöglichen eine systematische und präzise Schätzung von Emissionen und erhöhen die zeitliche und räumliche Vergleichbarkeit von Emissionskatastern. Nationale Treibhausgas-Emissionen werden entsprechend weltweit einheitlicher Bilanzierungsstandards an die UNFCCC berichtet. Diese Standards [5] sind auf Ebene der Nationalstaaten definiert, nicht aber für kleinere administrative Einheiten. Jedoch gibt es Methoden zur Treibhausgasbilanzierung auf kommunaler Ebene, die einem ähnlichen Prinzip folgen. Diese werden in einem folgenden Kapitel erläutert.

Im Allgemeinen basieren amtliche Statistiken zur Treibhausgasbilanzierung auf Brennstoffverbräuchen aller relevanten Sektoren. Das Zusammentragen dieser Informationen ist durch administrative Prozesse langwierig. Die Berichtspflichten der COP erlauben beispielsweise einen Verzug von zwei Jahren.

Bei der Ermittlung und Zuordnung von Emissionen wird zwischen zwei Konzepten unterschieden, zwischen der Quellen- oder auch Territorialbilanz und der Verursacherbilanz. Die Quellenbilanz ordnet entstehende Emissionen derjenigen Einheit zu, in der sie entstehen. Im Verwaltungskontext kann dies eine Stadt sein, im Organisationskontext etwa eine Fabrik. Bei einer Verursacherbilanz werden die Emissionen der verursachenden Einheit zugeordnet, beispielsweise einer Stadt, welche elektrische Energie oder Güter, bei deren Herstellung Treibhausgase emittiert wurden, importiert. Angelehnt an industrielle Berichtsstandards werden vor Ort anfallende Emissionen (relevant für die Quellenbilanz) auch als Scope 1 bezeichnet, elektrischer Strom bzw. die resultierenden Emissionen als Scope 2, und Emissionen, die an einem anderen Ort anfallen, als Scope 3 Emissionen.

Auf kommunaler Ebene ist eine Mischung aus Quellenbilanz und Verursacherbilanz für den Stromimport (Scope 1 und Scope 2) üblich. In Deutschland ist vor allem die BSKO-Methode verbreitet, im internationalen Kontext bietet der GPC-Standard, welcher von der C40-Städteallianz publiziert wurde, eine einheitliche Anwendung der IPCC-Kriterien auf Stadtebene. Die Ermittlung und Zuordnung von Scope 3-Emissionen zeichnet insbesondere im städtischen Kontext ein deutlich realistischeres Bild der Emissionen, da Emissionen, die bei der Produktion von Konsumartikeln und Baumaterialien entstehen, berücksichtigt werden. Es wurde beispielsweise gezeigt, dass im Vereinigten Königreich 90% der Städte Netto-Importeure von CO<sub>2</sub> sind [6]. Scope 3-Emissionen zu ermitteln ist jedoch deutlich aufwendiger als eine Bilanzierung von Scope 1- oder Scope 2-Emissionen. In der Praxis bedarf es zur Approximation von Scope 3-Emissionen zahlreiche vereinfachende Annahmen und die Anwendung umfangreicher Modelle [7]. Aus diesem Grund beschränkt sich dieser Bericht auf Scope 1- und Scope 2-Emissionen und vernachlässigt Scope 3-Emissionen des Landes Berlin.

## Approximation von Emissionen aus Aktivitätsdaten und Emissionsfaktoren

Mithilfe von Aktivitätsdaten und Emissionsfaktoren können Emissionen approximiert werden. Aktivitätsdaten quantifizieren Vorgänge bzw. Aktivitäten, die innerhalb eines bestimmten Zeitraums stattfinden und Treibhausgas-Emissionen verursachen [S.48, [8]]. Beispielsweise stellen die Mengen an verbrauchtem Heizöl oder die Zahl an durch PKW gefahrene Kilometer pro Jahr Aktivitätsdaten dar. Emissionsfaktoren geben die Treibhausgasmenge an, die bei einer Aktivität (pro Einheit) emittiert werden [S.50, [8]]. Für die oben genannten Beispiele geben Emissionsfaktoren an, welche Treibhausgas Mengen pro Tonne verbranntem Heizöl und pro gefahrenem Kilometer eines PKWs ausgestoßen werden.

Spezifische Emissionsfaktoren für Deutschland werden unter anderem durch das Umweltbundesamt veröffentlicht [9], [10]. In der amtlichen Statistik zur Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz greift das Amt für Statistik Berlin-Brandenburg auf diese Faktoren zurück [11]. Für Emissionen aus den Straßenverkehr liefert das *Handbuch für Emissionsfaktoren des*



*Straßenverkehrs* [12] Emissionsfaktoren für zahlreiche Schadstoffe, wobei sowohl Fahrzeugeigenschaften als auch unterschiedliche Verkehrssituationen berücksichtigt werden können.

Aktuelle Aktivitätsdaten ermöglichen eine kurzfristige Trendabschätzung von Emissionsveränderungen. Eine solche zeitnahe Approximation kann die langen Verzögerungen der offiziellen Bilanzen überbrücken. Insbesondere können mithilfe von Daten aus den Bereichen Mobilität oder Gebäude mögliche Emissionsveränderungen aufgrund von Politikmaßnahmen identifiziert werden. Im Verkehrssektor wurde dieser Ansatz verfolgt, um die durch Covid-19 Maßnahmen induzierten Emissionsminderungen abzuschätzen [14].

## Bilanzierungs-Systematik Kommunal (BISKO)

BISKO ist eine Bilanzierungsmethodik, die häufig von deutschen Kommunen angewendet wird. Die Methodik und die dazugehörige Software wurden durch das ifeu-Institut im Rahmen des Projekts *Klimaschutz-Planer – Kommunalen Planungsassistent für Energie und Klimaschutz* [15] veröffentlicht und durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit sowie die Nationale Klimaschutzinitiative gefördert. BISKO stellt eine endenergiebasierte Territorialbilanz von Kommunen dar, was bedeutet, dass neben auf dem Gebiet der Kommune anfallenden Emissionen (vgl. Scope 1) auch solche aus Strom- und Fernwärmeverbräuchen (vgl. Scope 2) berücksichtigt werden. Graue Energie, die bei der Produktion konsumierter Güter außerhalb der Kommune anfallen (vgl. Scope 3), werden durch BISKO nicht berücksichtigt. Die Endenergieverbräuche werden (Verbrauchs-) Sektoren zugeordnet. Dabei wird nach BISKO zwischen den Sektoren des stationären Bereiches (private Haushalte, Gewerbe-Handel-Dienstleistung und Sonstiges, Industrie und verarbeitendes Gewerbe sowie kommunale Einrichtungen) und dem Verkehr unterschieden. Weiterhin wird differenziert zwischen leitungs- und nicht-leitungsgebundenen Energieträgern.

## Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories (GPC)

Das *Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories* (GPC) [8] wurde von der C40 Städteallianz als Instrument für die Bilanzierung von CO<sub>2</sub> und anderen Treibhausgasen auf Stadtebene entwickelt, um die Berichterstattung zu vereinheitlichen. Die IPCC-Standards von 2006 [16] und 2019 [17], welche für die Berichterstattung über Treibhausgase in Bezug auf die Nationally Determined Contributions (NDCs) verwendet werden, bilden die Grundlage für das GPC. GPC umfasst sieben Treibhausgase des Kyoto-Protokolls und vereint zwei unterschiedliche, sich ergänzende Ansätze der Bilanzierung:

1. Das „**scope-induced framework**“: Kategorisierung der Emissionen in drei Scopes, abhängig davon, wo die Emissionen auftreten:
  - Scope 1: Treibhausgas-Emissionen, die innerhalb der Stadt auftreten. Dieser territoriale Ansatz erlaubt die explizite Bilanzierung aller innerhalb der Stadt emittierten Treibhausgas-Emissionen. Zu den Scope 1-Emissionen gehören: Land-, Forstwirtschaft und andere Landnutzung; Abfall- und Abwasserverarbeitung innerhalb der Stadt; Treibstoffverbrennung; Mobilität; Industrielle Prozesse und Produktnutzung innerhalb der Stadt.
  - Scope 2: Treibhausgas-Emission, verursacht durch die Nutzung von Elektrizität, Wärme- und Kälteversorgung oder Dampf innerhalb der Stadt, insbesondere die Nutzung von Strom.
  - Scope 3: Alle weiteren Emissionen, die außerhalb der Stadtgrenzen entstehen, aber durch Aktivitäten innerhalb der Stadt verursacht werden. Neben den Aktivitäten, die auch durch Scope 1 und 2 berücksichtigt werden, sind das: Abfall- und Abwasserverarbeitung außerhalb der Stadtgrenzen, Übertragungs- und Verteilungsverluste im Stromnetz, Transport außerhalb der Stadt und alle weiteren indirekten Emissionen.

2. Das „**city-induced framework**“: Alle Emissionen, die aus Produktions- und Konsumaktivitäten innerhalb einer Stadt resultieren. Es gibt zwei Berichtsstufen:
- BASIC umfasst Scope 1- und 2-Emissionen, die durch stationäre Energieerzeugung und den Verkehr ausgestoßen werden, sowie Scope 1- und 3-Emissionen aus der Abfallwirtschaft.
  - BASIC+ schließt neben den durch BASIC berücksichtigten Emissionen auch solche ein, die bei industriellen Prozessen und Produktnutzung, Landwirtschaft, Forstwirtschaft und anderer Landnutzung und grenzüberschreitendem Transport entstehen.

Ein Emissionsinventar, basierend auf dieser GPC-Methode, kann mit der CIRIS Software erstellt werden. Die Software wurde von der C40 Städteallianz publiziert [18].

Ein zur GPC-Methodik vergleichbares Konzept zur Erfassung stadtweiter Emissionen mit Hilfe des landesweiten IPCC-Standards wurde von Dong et al. (2014) wissenschaftlich publiziert [19]. Diese Studie stellt eine mathematisch durchformulierte Methodik vor. Im Gegensatz zum GPC-Ansatz wurde diese Methodik jedoch bisher nicht angewendet und es steht keine veröffentlichte Bilanzierungssoftware zur Verfügung.

## Aktuelle Veröffentlichungen und Berichte über die Berliner Treibhausgas-Emissionen

In einigen Veröffentlichungen und Datenbanken werden die Treibhausgas-Emissionen des Landes Berlins ermittelt. Dieses Kapitel gibt einen Überblick über eine Auswahl relevanter Berichte.

### Statistischer Bericht – Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz in Berlin

Das Amt für Statistik Berlin-Brandenburg veröffentlicht jährlich den statistischen Bericht der Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz in Berlin. Die aktuellste Version, die im August 2023 vorlag, befasst sich mit Emissionen des Jahres 2020 [11]. Im Allgemeinen scheinen die endgültigen Versionen des Berichts mit einem Verzug von mindestens zwei Jahren zu erscheinen, was sich durch einen mehrstufigen zugrundeliegenden administrativen Prozess begründen lässt. Zahlreiche staatliche (z.B. statistische Ämter) und private Akteure (z.B. ein Mineralölverband) sind in diesem Prozess involviert. So wird beispielsweise die verwendete Methodik durch den Länderarbeitskreis Energiebilanzen einheitlich festgelegt [11].

In dem Bericht werden der Primär- und Endenergieverbrauch des Landes Berlin angegeben. Die berichteten Zahlen sind eine Zusammenfassung der durch die jeweils verantwortlichen Akteure berichteten Verbräuchen von Primärenergieträgern wie Heizöl, Kohle, Erdgas und Kraftstoffen. Resultierende Quellenbilanzen (CO<sub>2</sub>-Emissionen aus dem Primärenergieverbrauch) sowie Verursacherbilanzen (CO<sub>2</sub>-Emissionen aus dem Endenergieverbrauch) werden für Energieträger und Sektoren berichtet.

Der statistische Bericht umfasst folgende Sektoren:

- „Gewinnung von Steinen und Erden, sonstiger Bergbau und verarbeitendes Gewerbe“,
- „Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und übrige Verbraucher“ und
- „Verkehr“: Schienenverkehr, Straßenverkehr, Luftverkehr, Küsten- und Binnenschifffahrt.

Die Quellenbilanz schließt außerdem einen Umwandlungssektor mit ein.

### Emissionskataster für Luftschadstoffe

Im Auftrag der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt veröffentlichte die AVISO GmbH gemeinsam mit dem Leipziger Institut für Energie im Juni 2016 ein Emissionskataster für Luftschadstoffe, das unter anderem auch Treibhausgas-Emissionen umfasst [13]. Für verschiedene Luftschadstoffe und Treibhausgase, u.a. Kohlenstoffdioxid, Methan und Lachgas, wurde eine Quellenbilanz, die für die Bewertung lokaler Luftschadstoffe relevante Bilanzierung, erstellt. Verbrauchte Energieträger werden den Quellengruppen „Industrie und Gewerbe“, „Gebäudeheizungen“, „Verkehr“ und „sonstigen Quellen“ zugeordnet. In der Gruppe „Industrie und Gewerbe“ wird zwischen Emissionen aus Anlagen mit und ohne Emissionserklärungspflicht unterschieden. Der Endenergieeinsatz von Gebäudeheizungen wird durch drei Berechnungsansätze ermittelt und verglichen. Die amtliche Statistik zur Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz [11] stellt die Datengrundlage für den ersten und von Schornsteinfeger\*innen erhobenen Daten die Basis für den zweiten Ansatz dar. Ein dritter Ansatz basiert auf Gebäudeeigenschaften. Für die Quellengruppe „Verkehr“ werden Emissionen detailliert für den Schienen-, Schiffs-, Flug- und Offroad-Verkehr angegeben. Für den Straßenverkehr liegt ein separates Emissionskataster vor (siehe unten), weshalb dieser Subsektor in dem Emissionskataster für Luftschadstoffe vernachlässigt wird. Alle Ergebnisse der Untersuchung stehen als gerasterte Daten mit einer räumlichen Auflösung von bis zu 100 x 100 m<sup>2</sup> zur Verfügung.

## Emissionskataster des Straßenverkehrs

Die Senatsverwaltung für Mobilität, Verkehr, Klimaschutz und Umwelt (SenMVKU) veröffentlichte im Jahr 2017 ein Emissionskataster für den Straßenverkehr basierend auf Daten aus dem Jahr 2015. Mithilfe von Ergebnissen amtlicher Verkehrszählungen, Messdaten von Zählstationen und weiteren Daten zur Flottenzusammensetzung, Motoreigenschaften und Verkehrssituation wurden mittels eines Rechenmodells die Fahrleistungen von PKW und LKW, Kraftstoffverbräuche, die resultierenden CO<sub>2</sub>-Emissionen sowie lokale Luftverschmutzungen durch Feinstaub und Stickoxide approximiert [20]. Bei der Berechnung werden Straßen einem Neben- und einem Hauptstraßennetz zugeordnet. Die Schätzungen sind im Geoportal des Landes Berlin veröffentlicht [20].

## Energieatlas

Im Energieatlas [21], einer stetig aktualisierte Webseite der Senatsverwaltung für Wirtschaft, Energie und Betriebe, werden Daten zu Energieverbräuche und Energieproduktion im Land Berlin dargestellt. Die Verbräuche für Gas, Fernwärme und Strom können auf Bezirks-, Gebäudeblock- und Postleitzahlebene abgerufen und visualisiert werden. Daten zur Energieproduktion umfassen sowohl den Ist-Zustand als auch künftige Potenziale regenerativer Energieproduktion, beispielsweise durch Photovoltaik-, Windkraft-, Biomasse-, Kraft-Wärme-Kopplungs- und Solarthermieanlagen und Wärmepumpen. Der Großteil dieser Daten liegt auf Bezirks- und Postleitzahl-Ebene vor. Für leistungsstarke Anlagen, wie zum Beispiel Windkraft- und große Photovoltaikanlagen, ist der genaue Standort bekannt. Tabelle 1 gibt einen Überblick über alle im Energieatlas verfügbaren Daten.

TABELLE 1: ÜBERBLICK ÜBER IM ENERGIEATLAS VERFÜGBARE DATEN [21]

Kategorie	Unterkategorie	Räumliche Auflösung (Letztes Update) <sup>1</sup>	Quelle	Kommentare
Energieverbrauch	Fernwärme; Gas; Strom	Bezirk, PLZ, Gebäudeblock (alle 2021)	Vattenfall Wärme Berlin AG (Fernwärme); Netzgesellschaft Berlin Brandenburg mbH & Co. KG (Gas); Stromnetz Berlin GmbH (Strom)	Zugriff auch über OpenGIS konformen Dienst
Stromeinspeisung	Biomasse; Kraft-Wärme-Kopplung; Photovoltaik; Windkraft	PV; KWK: Bezirk, PLZ (2018) Biomasse: Bezirk (2018) Wind: Berlin (2018)	Stromnetz Berlin GmbH	Zugriff auch über OpenGIS konformen Dienst
Netze	Fernwärme; Gas	(2014)	Netzgesellschaft Berlin Brandenburg mbH & Co. KG (Gas);	

<sup>1</sup> Stand: September 2023

			Klimaneutrales Berlin [22] (Fernwärme)	
Strom- und Wärmeerzeugende Anlagen	Biomasse; Geothermie; Kraft-Wärme-Kopplung; Photovoltaik; Solarthermie; Stromspeicher; Windkraft; Wärmepumpen	Genauer Standort, akkumulierte installierte Leistung je PLZ und je Bezirk (2023). Solarthermie (2015). Wärmepumpen (2022)	Marktstammdatenregister (Biomasse, PV, Stromspeicher); Berliner Energieagentur GmbH (PV öffentlich); SenMVKU (Geothermie); Solaranlagenkataster Berlin und BAFA (Solarthermie, Wärmepumpen)	
Ladeinfrastruktur	Öffentlich zugängliche Ladeeinrichtungen; Stromverbrauch durch Ladeeinrichtungen	Genauer Standort (2023); je PLZ und je Bezirk (2016)	Bundesnetzagentur (Ladeeinrichtungen); Stromnetz Berlin GmbH (Stromverbrauch)	
Emissionen	Einzelemissionen CO <sub>2</sub> ; Gesamtemissionen Klimagase	Anlagengenau (2021); Gesamt (2021)	Deutsches Emissionshandelsregister (Einzelemissionen) Amt für Statistik Berlin-Brandenburg (Gesamt)	Einzelemissionen nach Treibhausgas-Emissionshandelsgesetz, Gesamtemissionen analog zum statistischen Bericht [11]
Potenziale	Geothermie; Solarthermie; Photovoltaik	PV; Solarthermie: 2021 Geothermie: 2018	Geothermie: Umweltatlas Berlin	Geothermie detailliert nach Leistungspotenzial.

## Umweltatlas: Verkehrsmengen DTV 2014

Der Umweltatlas Verkehrsmengen [23] wird von der SenMVKU veröffentlicht und stellt die durchschnittlichen Verkehrsmengen pro Tag auf Berlins Hauptverkehrsstraßen dar. Der Atlas ist als halb-dynamische Webseite konzipiert und ermöglicht die Erstellung einer Karte entsprechend der Nutzereingaben. Im August 2023 konnten Daten für das Jahr 2019 abgerufen werden. Es ist unklar, ob ein Zugriff auf die Daten, der über die Visualisierung im Kartenformat und einem Download der Karte als PDF-Datei hinausgeht, möglich ist.

## Bilanzierung einzelner Berliner Bezirke und Ortsteile

Zwei Studien befassen sich mit der Emissionsbilanzierung des Bezirks Charlottenburg-Wilmersdorf [7] und des Ortsteils Wedding (Bezirk Mitte) [24]. Der Schwerpunkt beider Studien liegt auf einer Gegenüberstellung eines territorialen und eines verursacherorientierten Bilanzierungsansatzes.

## Bezirk Charlottenburg-Wilmersdorf

In einer Masterarbeit wurde eine Treibhausgasbilanz für den Bezirk Charlottenburg-Wilmersdorf erstellt. Dabei wurde der BSKO-Standard einer nachfragebasierten Methodik entsprechend dem Verursacherprinzip, bei dem auch Scope 3-Emissionen berücksichtigt werden, gegenübergestellt [7]. Die ermittelten Emissionsmengen entsprechend dem nachfragebasierten Ansatz sind geringfügig kleiner als die Emissionsmengen, die entsprechend dem BSKO-Ansatz ermittelt wurden. Jedoch betont der Autor der Arbeit eine große Unsicherheit der nachfragebasierten Bilanzierung aufgrund unvollständiger, schwer zu erfassender Aktivitätsdaten.

## Ortsteil Wedding (Bezirk Mitte)

In einer an der Technischen Universität Berlin angefertigte Forschungsarbeit untersuchen die Autor\*innen Lenk et al. die Unterschiede zwischen einer territorialen Bilanzierung nach dem BSKO-Standard und einer nachfragebasierten Bilanzierung für den Berliner Ortsteil Wedding im Bezirk Mitte [24]. Es wird zwischen Emissionen des stationären Bereichs (Elektrizität, Gas, Fernwärme) und des Verkehrs (Straßenverkehr, ÖPNV) unterschieden. Der Energieatlas Berlin (s.o.) stellt die Datenbasis der Berechnungen dar. Der nachfragebasierte Ansatz liefert Emissionen, die 0,1% über jenen nach dem territorialen Ansatz liegen.

## Machbarkeitsstudien “Klimaneutrales Berlin 2050” und “Berlin Paris-konform machen”

Zwei im Auftrag der SenMVKU erstellte Studien beschäftigen sich mit der Frage, inwiefern Berlin entsprechend dem Pariser Klimaabkommen gesteckte Ziele erreichen kann. Die erste der beiden Machbarkeitsstudien “Klimaneutrales Berlin 2050” wurde in 2014 publiziert [22] und in 2021 durch die zweite Studie “Berlin Paris-konform machen” aktualisiert [4]. Unter anderem werden der Status Quo der Primärenergieverbräuche, sowie CO<sub>2</sub>-Quellen- und CO<sub>2</sub>-Verursacherbilanzen für 2010 (“Klimaneutrales Berlin 2050” bzw. 2020 (“Berlin Paris-konform machen” für die Handlungsfelder Energie, Gebäude, Wirtschaft, private Haushalte und Verkehr aufgezeigt.

## Evaluierung der bisherigen Veröffentlichungen

Der statistische Bericht zur Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz in Berlin bildet die amtliche Grundlage für die Quantifizierung der Berliner Treibhausgas-Emissionen (Scope 1 und Scope 2). Aufgrund einer um mindestens zwei Jahre verzögerten Veröffentlichung kommt es jedoch zu einer verspäteten Abbildung von Emissionsänderungen. Für eine Verursacherbilanz, die auch Scope 3-Emissionen berücksichtigt, wären weitere ausführliche Untersuchungen notwendig.

Neben dem statistischen Bericht wird auch der Energieatlas regelmäßig aktualisiert. Die Webseite liefert eine informative Zusammenfassung aktueller, hochrelevanter Daten, zum Beispiel zur Produktion erneuerbarer Energie und zum Gebäudeenergieverbrauch.

Es bleibt offen, ob das Emissionskataster des Straßenverkehrs mit letztmaliger Aktualisierung im Jahr 2017, basierend auf einer Flottenzusammensetzung nach Abgasstandards aus 2014, aktuelle Emissionen angemessen schätzt. Unter anderem ein durchschnittliches Fahrzeugalter von 10 Jahren [25], ein gestiegener Anteil an Elektroautos, neue Abgasregularien und ein veränderter Modal Split in Berlin weisen auf eine mögliche Änderung der Emissionen hin, sodass eine Neuauflage des Emissionskatasters sinnvoll erscheint.

Die beiden Studien zur Bilanzierung der Treibhausgas-Emissionen in Charlottenburg-Wilmersdorf [7] und im Wedding [24] vergleichen Approximationen der Treibhausgas-Emissionen entsprechend dem BSKO- und einem nachfragebasierten Ansatz. Dabei kommen die Studien zu unterschiedlichen Ergebnissen: Während in der

Masterarbeit für Charlottenburg-Wilmersdorf geringfügig höhere Emissionen durch den BSKO-Ansatz ermittelt werden, schätzen Lenk et al. [24] die Emissionen des Ortsteils Wedding nach dem BSKO-Ansatz um 0,1% niedriger als jene entsprechend einem nachfragebasierten Ansatz. Beide Ergebnisse widersprechen wissenschaftlichen Studien, die für Städte in den meisten Fällen deutlich höhere nachfragebasierte als territoriale Emissionen ermitteln. Einen Überblick dazu geben beispielsweise Harris et al. [26]. Wie in der Analyse zur Bilanzierung der Treibhausgas-Emissionen in Charlottenburg-Wilmersdorf ausgeführt, kann dies möglicherweise durch große Unsicherheiten bei der nachfragebasierten Bilanzierung begründet sein [7].

## Zeitnahe Bilanzierung der Treibhausgas-Emissionen des Landes Berlin

Die obige Zusammenstellung relevanter Veröffentlichungen deutet auf eine Berichtslücke stetig aktualisierter, zeitnah veröffentlichter Daten über die Berliner Treibhausgas-Emissionen hin. Mit den Machbarkeitsstudien [4], [22], den Emissionskatastern [13], [20] und den Studien zur Emissionsbilanzierung im Bezirk Charlottenburg-Wilmersdorf [7] und im Ortsteil Wedding [24] gibt es umfangreiche einmalig veröffentlichte Bilanzierungen emittierter Treibhausgase. Diese werden jedoch nicht regelmäßig aktualisiert. Im amtlichen statistischen Bericht zur Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz in Berlin [27] wird jährlich über die Treibhausgas-Emissionen berichtet. Jedoch wird der Bericht mit einem Verzug von über zwei Jahren veröffentlicht. Die Energieverbräuche sowie einige weitere Variablen zur Energieproduktion werden im Energieatlas dargestellt. Eine Veröffentlichung der Energieverbräuche erfolgt auch hier mit einem Verzug von zwei Jahren. Insgesamt entsteht der Eindruck, dass es an aktuellen Daten zur Bilanzierung der Berliner Treibhausgas-Emissionen im Land Berlin fehlt.

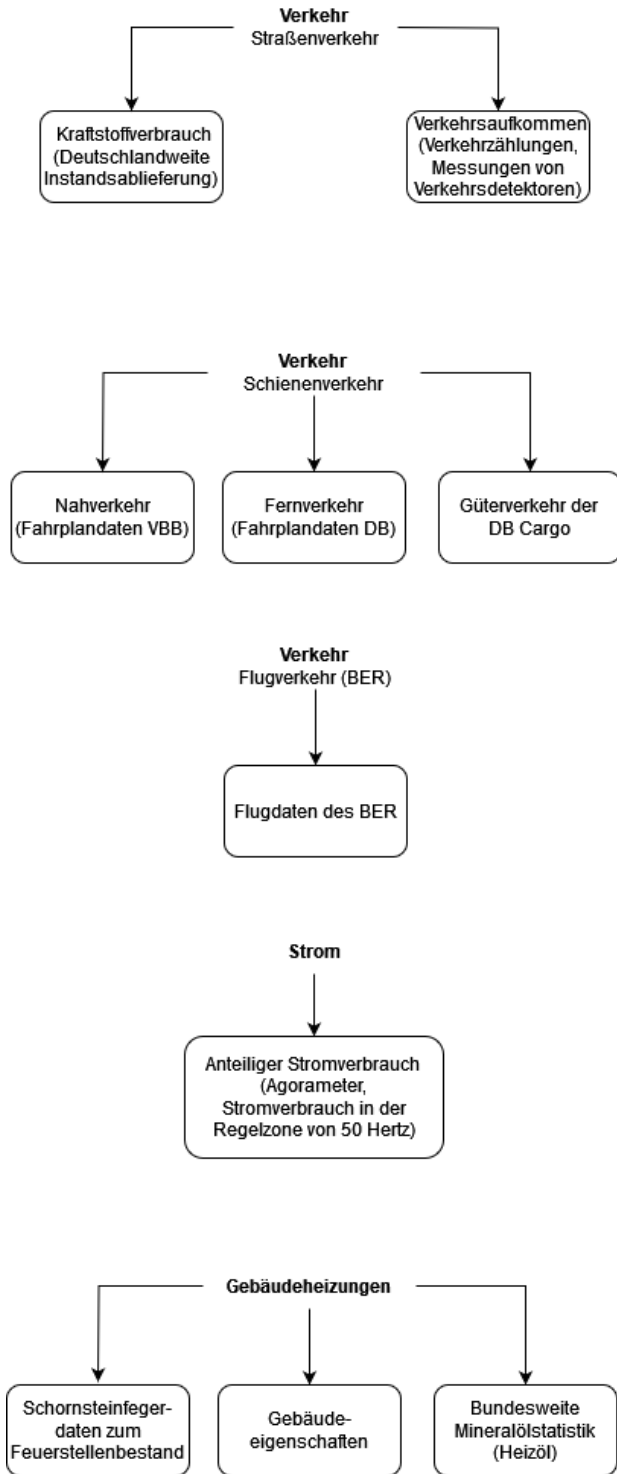
Dieser Bericht zielt darauf ab Datenquellen zu identifizieren, die zur Bilanzierung der Scope 1- und Scope 2-Emissionen des Landes Berlin herangezogen werden können. Basierend darauf werden Ansätze zur Approximation der Emissionen vorgestellt. Dabei werden Approximationsansätze, basierend auf Aktivitätsdaten und Emissionsfaktoren, verfolgt, wie in Kapitel *Approximation von Emissionen aus Aktivitätsdaten und Emissionsfaktoren* erläutert. Neben den Approximationsansätzen werden Variablen, die Treibhausgas-Emissionen direkt oder indirekt beeinflussen und für die Gesetzgebung und die Evaluierung von Politikmaßnahmen von Interesse sein könnten, aufgezeigt. Auch hierbei liegt der Fokus auf der Datenverfügbarkeit.

Es wird zwischen den Bereichen Verkehr, Gebäudeheizungen, Industrie und Gewerbe und Strom unterschieden, wobei Emissionen aus Industrie und Gewerbe aufgrund der guten Dokumentation industrieller Anlagen weitestgehend vernachlässigt werden.

Abbildung 1 fasst die identifizierten Approximationsansätze und die darüberhinausgehenden Variablen für die drei betrachteten Sektoren zusammen.



### Approximationsansätze



### Weitere politisch relevante Variablen



ABBILDUNG 1: ZUSAMMENFASSUNG DER APPROXIMATIONSANSÄTZE UND VARIABLEN

# Verkehrssektor

## Straßenverkehr

Emissionen aus dem Straßenverkehr lassen sich mithilfe von Emissionsfaktoren aus den Mengen an verbrauchten Kraftstoffen ableiten. Insbesondere sind dabei fossile Kraftstoffe von Interesse. Emissionen, die elektrisch betriebene Kraftfahrzeuge erzeugen, werden durch das Monitoring der Treibhausgas-Emissionen durch die Stromerzeugung berücksichtigt und deshalb in diesem Kapitel vernachlässigt.

Mengen an verbrauchten fossilen Kraftstoffen werden im jährlichen statistischen Bericht zur Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz veröffentlicht. Laut der Dokumentation der durch den Länderarbeitskreis Energiebilanzen festgelegten zugrundeliegenden Methodik des Berichts werden die Daten über die akkumulierten Verbräuchen von dem Mineralölwirtschaftsverband e.V. zur Verfügung gestellt [28]. Weitere Informationen zur Methodik der Datenerfassung sind nicht dokumentiert. Der Recherche nach werden Daten zu den Berliner Kraftstoffverbräuchen nicht anderweitig veröffentlicht.

Tankstellenbetreiber\*innen sind die Mengen an verkauften, und somit verbrauchten, fossilen Kraftstoffen bekannt. Monatliche oder quartalsweise Absatzbefragungen von oder Berichterstattung durch Tankstellen könnten zeitnähere und möglicherweise genauere Daten liefern.

Im Folgenden werden zwei Ansätze zur Approximation der verbrauchten Kraftstoffmengen vorgestellt. Der erste Ansatz greift auf die monatlich veröffentlichte amtliche Mineralölstatistik des bundesweiten Verbrauchs zurück, während der zweite Ansatz den Kraftstoffverbrauch über das beobachtete Verkehrsaufkommen approximiert.

### 1. Ansatz: Approximation des Treibstoffverbrauchs mittels der bundesweiten amtlichen Mineralölstatistik

Die durch das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) veröffentlichten amtlichen Mineralöldaten umfassen neben der bundesweiten monatlichen Inlandsablieferung<sup>2</sup> von Heizöl unter anderem auch jene von Kraftstoffen. Es wird zwischen Otto- und Dieselmotorkraftstoffen unterschieden [29]. Die Daten werden üblicherweise mit einem Verzug von drei Monaten bereitgestellt.

Mittels dieser amtlichen Mineralöldaten und der Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz des Landes Berlins aus dem Vorjahr lässt sich der Anteil des Berliner Kraftstoffverbrauchs am bundesweiten Vorjahresverbrauch ermitteln. In Kombination mit den aktuellen amtlichen Mineralöldaten kann der aktuelle, monatliche Berliner Kraftstoffverbrauch als Anteil des bundesweiten Verbrauchs mit einem Verzug von ungefähr drei Monaten approximiert werden. Für den Jahresverbrauch der Landes Berlin liefert diese Approximation eine gute Näherung<sup>3</sup>.

---

<sup>2</sup> Erzeugnisse aus dem Inland + Import – Export

<sup>3</sup> Beispiel: Sei  $Kraftstoff_{D,t}$  die jährliche, bundesweite Inlandsablieferung eines Kraftstoffs für das Jahr  $t$  nach der Statistik Entwicklung der Inlandsablieferung für Mineralölprodukte (1995-2021) [30] und  $Kraftstoff_{B,t}$  der tatsächliche Jahresverbrauch (in spezifischen Mengeneinheiten) eines Kraftstoffs im Land Berlin nach der Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz in den Jahren 2017, 2018 und 2019 [27]. Die Formel  $\frac{Kraftstoff_{B,t-1}}{Kraftstoff_{D,t-1}} \times Kraftstoff_{D,t}$  liefert eine Approximation des Kraftstoffjahresverbrauchs im Land Berlin im Jahr  $t$  *approx. Kraftstoff*<sub>{B,t}</sub>. Für das Jahr 2018

**Mögliche Aktualisierung:** Monatlich mit einer Verzögerung von ungefähr drei Monaten

#### **Datenverfügbarkeit**

- Monatlich: *Amtliche Mineralöl- und Gaskraftstoffdaten für die Bundesrepublik Deutschland* [31] veröffentlicht durch das BAFA als Excel-Datei mit einem Verzug von ungefähr drei Monaten. Keine API verfügbar.
- Einmalig bzw. jährlich:
  - Bundesweite, jährliche Verbräuche: *Entwicklung der Instandsablieferung für Mineralölprodukte (1995-2021)* [30] veröffentlicht durch das BAFA als Excel-Datei.
  - Jahresverbrauch des Land Berlin: *Statistischer Bericht – Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz in Berlin* [11], [27] jährlich veröffentlicht durch das Amt für Statistik Berlin-Brandenburg.

## **2. Ansatz: Approximation des Verkehrsaufkommens**

Der Kraftstoffverbrauch kann außerdem mithilfe des Verkehrsaufkommens approximiert werden. Daten aus Verkehrszählungen und aktuelle Messdaten von Verkehrsdetektoren liefern die Grundlage für diese Näherung. Im Abstand von ungefähr fünf Jahren führt die Abteilung Verkehrsmanagement der Senatsverwaltung für Mobilität, Verkehr, Klimaschutz und Umwelt (SenMVKU) Verkehrszählungen durch, zuletzt im Jahr 2019 [32]. Bei der Ermittlung des Verkehrsaufkommens wird zwischen dem Haupt-<sup>4</sup> und dem Nebenstraßennetz unterschieden. Die Verkehrszählungen beschränken sich auf das Hauptstraßennetz [34]. Die Ergebnisse der Zählung sind als Karte grafisch dargestellt, welche online als PDF [23] und im Umweltatlas [35] zur Verfügung steht. Die Rohdaten liegen der SenMVKU vor.

Das Verkehrsaufkommen auf dem Hauptstraßennetz macht über 82% des gesamten Verkehrsaufkommens aus [20]. Um eine erste Näherung des gesamten Verkehrsaufkommens zu erhalten, könnte das ermittelte Verkehrsaufkommen auf den Hauptstraßen mit einem konstanten Faktor hochskaliert werden.

Neben diesen einmaligen Verkehrszählungen berücksichtigt der Approximationsansatz aktuelle Messdaten von Verkehrsdetektoren. Im Berliner Stadtgebiet sind über 240 dieser Messstellen installiert. Sie zeichnen die Anzahl an passierenden Fahrzeugen, die Zusammensetzung der Flotte und die durchschnittliche Geschwindigkeit auf. Die Messdaten liegen in einer stündlichen Auflösung vor und werden mit einem Verzug von zwei bis drei Monaten veröffentlicht [36].

---

erhält man  $Otto_{\{B,2018\}} = 493000 \text{ t}$  ,  $approx.Otto_{\{B,2018\}} = 485508 \text{ t}$  ,  $Diesel_{\{B,2018\}} = 785000 \text{ t}$  und  $approx.Diesel_{\{B,2018\}} = 778499 \text{ t}$  . Für das Jahr 2019 liefern die Daten  $Otto_{\{B,2019\}} = 498000 \text{ t}$  ,  $approx.Otto_{\{B,2019\}} = 496560 \text{ t}$  ,  $Diesel_{\{B,2019\}} = 795000 \text{ t}$  und  $approx.Diesel_{\{B,2019\}} = 792817 \text{ t}$  . Somit liefern die Berechnungen eine gute Approximation der tatsächlichen Verbräuche.

<sup>4</sup> Das Hauptstraßennetz, auch übergeordnetes Straßennetz, umfasst Straßen der Stufen I bis IV [33].

Für 2019 kann mittels der Verkehrszählung und dem durch die Verkehrsdetektoren ermittelten Verkehrsaufkommen der durch die Messstationen erfasste Anteil des Gesamtverkehrs ermittelt werden. Basierend auf dieser Rechnung lässt sich mithilfe der Detektormessungen das aktuelle Verkehrsaufkommen auf dem gesamten Straßennetz approximieren.

**Mögliche Aktualisierung:** Monatlich mit einer Verzögerung von zwei bis drei Monaten

**Datenverfügbarkeit**

- Monatlich: Messdaten der Verkehrsdetektoren [36], veröffentlicht durch die SenMVKU als CSV-Datei mit einem Verzug von zwei bis drei Monaten. Nach Auskunft der SenMVKU ist auf Anfrage auch eine API verfügbar.
- Einmalige Aktualisierung beziehungsweise Aktualisierung bei erneuter Durchführung einer Verkehrszählung: Daten der Verkehrszählung als Karte dargestellt [23], [35]. Die Rohdaten liegen der SenMVKU vor.

### Politisch relevante Variablen

Einige weitere Größen und Variablen, wie beispielsweise die Anzahl an Tankstellen, der Bestand an Kraftfahrzeugen insgesamt und an solchen mit elektrischem Antrieb, die Größe und Zusammensetzung verschiedener öffentlicher Flotten, die Anzahl an verfügbaren Parkplätzen, der Ausbau an Ladestationen für elektrisch betriebene Fahrzeuge und die Zahl an Fahrradfahrer\*innen haben einen indirekten Einfluss auf die Treibhausgas-Emissionen des Straßenverkehrs und sind daher für die Ausarbeitung und Evaluierung möglicher Politikmaßnahmen relevant. Die Datenverfügbarkeit dieser Variablen wird im Folgenden dargelegt.

### Anzahl an Tankstellen

Durch das Bundeskartellamt zugelassene Verbrauchs-Informationsdienste veröffentlichen Verzeichnisse mit tagesaktuellen Kraftstoffpreisen aller Tankstellen. Die Markttransparenzstelle des Bundeskartellamts liefert den Verbraucher-Informationsdiensten Grunddaten und tagesaktuelle Spritpreise aller Tankstellen [37]. Die Informationsdienste, wie beispielsweise die *Kraftstoffpreis-Suche* des ADACs [38], stellen implizit auch Verzeichnisse aller Tankstellen dar. Die Grunddaten der Tankstellen werden wöchentlich geliefert [39], wodurch auch die Angaben der Informationsdienste wöchentlich aktualisiert werden können.

**Mögliche Aktualisierung:** Wöchentlich

**Datenverfügbarkeit:** Wöchentlich. Händischer Zugriff auf Daten über einen Verbraucher-Informationsdienst, wie beispielsweise der *Kraftstoffpreis-Suche* des ADACs. Nach Auskunft der Markttransparenzstelle ist eine (unter Umständen automatisierte) Weitergabe der Daten durch die Transparenzstelle nach § 47k Absatz 4 und 5 des Gesetzes gegen Wettbewerbsbeschränkungen [40] in Verbindung mit § 5 der Verordnung zur Markttransparenzstelle für Kraftstoffe [41] nur an bestimmte staatliche Stellen und zugelassenen Verbraucher-Informationsdiensten möglich. Dies schließt auch eine Übermittlung der Daten durch die Markttransparenzstelle im Rahmen einer möglichen Implementierung der hier vorgestellten Bilanzierungsansätze aus.

## Kraftfahrzeugbestand und -neuzulassungen

Von Interesse ist die Anzahl aller registrierten sowie neuzugelassenen und umgeschriebenen Kraftfahrzeuge. Neben der Flottengröße insgesamt ist auch die Antriebsart der Fahrzeuge relevant, wodurch sich insbesondere der Anteil elektrisch betriebener Fahrzeuge ableiten lässt.

Das Kraftfahrtbundesamt (KBA) veröffentlicht monatlich Zahlen zu Neuzulassungen [42] und Besitzumschreibungen [43] mit einer Verzögerung von ungefähr einem Monat. Diese beiden Veröffentlichungen beinhalten unter anderem folgende Daten auf Bundeslandebene, und somit auch für das Land Berlin:

- Die Anzahl an Neuzulassungen (FZ 8.15) und Besitzumschreibungen (FZ 9.7) nach Kraftfahrzeugtyp, wie zum Beispiel PKW, LKW und Krafträder, und
- die Anzahl neuzugelassener (FZ 8.6) und umgeschriebener (FZ 9.3) PKW nach Kraftstoffart. Somit ist auch die Zahl neuzugelassener und umgeschriebener elektrisch betriebenen PKW bekannt.

Darüber hinaus veröffentlicht das KBA quartalsweise Zahlen zum Bestand aller Kraftfahrzeuge [44]. Dieser Bericht beinhaltet die Anzahl an Kraftfahrzeugen unterschiedlicher Typen, zum Beispiel PKW, LKW und Krafträder, nach Kraftstoffart (FZ 27.2) für alle Bundesländer und somit auch für das Land Berlin.

### Mögliche Aktualisierung

- Monatlich: Neuzulassungen von Kraftfahrzeugen nach Kraftfahrzeugtyp,
- Monatlich: Neuzulassung von PKW nach Antriebsart inkl. elektrische Antriebe,
- Quartalsweise: Bestand an Kraftfahrzeugen nach Kraftfahrzeugtyp und Antriebsart inkl. elektrische Antriebe

### Datenverfügbarkeit

- Monatlich: *Neuzulassungen* (FZ 8) [42] und *Besitzumschreibungen von Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern* (FZ 9) [43] veröffentlicht als Excel-Download durch das KBA. Keine API verfügbar.
- Quartalsweise: *Bestand an Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern nach ausgewählten Merkmalen* (FZ 27) [44]. Quartalsweise Veröffentlichung als Excel-Download durch das KBA. Keine API verfügbar.

## Öffentliche Flotten

Auch die Größe der öffentlichen Flotte und ihre Zusammensetzung entsprechend der Antriebsart ist von öffentlichem Interesse.

Im August und September 2021 und März 2023 haben Abgeordnete der Partei Die LINKE im Berliner Abgeordnetenhaus schriftliche Anfragen gestellt zur CO<sub>2</sub>-Neutralität der Fahrzeugflotte in öffentlicher Hand [45], [46], [47]. Die Anfrage aus 2023 wurde am umfangreichsten beantwortet. Unter anderem wird über die Größe und Antriebsarten der Flotten der Senatsverwaltungen, Bezirksämter, Berliner Stadtreinigung, Berliner Verkehrsbetriebe

(BVG), Polizei Berlin und Berliner Feuerwehr berichtet [47]. Neben diesen Antworten sind weitere Datenquellen zur Flotte der BVG, der Berliner Feuerwehr und eines Taxi-Unternehmens verfügbar, die im Folgenden beschrieben werden.

### **Berliner Verkehrsbetriebe**

Die Berliner Verkehrsbetriebe (BVG) veröffentlichen jährlich einen Geschäftsbericht. Für das Jahr 2022 umfasst dieser unter anderem die Zahl neuer Elektrobusse, die prozentuale Auslastung der Verkehrsmittel insgesamt, die Anzahl an Abonnent\*innen und die Summe an Nutz- und Personenkilometern<sup>5</sup> für U-Bahnen, Straßenbahnen und Busse [48]. Die Summe der Nutzkilometer gibt die zurückgelegte Strecke der U-Bahnen, Straßenbahnen und Busse an. In Kombination mit Emissionsfaktoren lassen sich anhand dieser Daten die ausgestoßenen Emissionen bestimmen.

Neben dem Geschäftsbericht wird auch (mindestens) jährlich ein Zahlenspiegel veröffentlicht, der Angaben zur aktuellen Flottengröße der U-Bahnen, Straßenbahnen, Fähren, der Busse insgesamt und der Elektrobusse enthält. Darüber hinaus umfasst die Statistik die Anzahl an Jelbi-Carsharing-Stationen und die (gerundete) Anzahl an verfügbaren Carsharing-Fahrzeugen, die in der Jelbi-App registriert sind [49], [50].

Neben Carsharing- und ÖPNV-Angeboten umfasst die Jelbi-App auch Angebote von Taxis und dem Verleih von E-Scootern, Fahrrädern, Lastenrädern und E-Mopeds [51]. Laut dem Betreiber der App sind über 90% aller in Berlin angebotenen Sharing-Fahrzeuge bei Jelbi registriert [52]. Daher könnten anonymisierte Daten über registrierte Angebote in der App detaillierte Informationen zum Mobilitätsverhalten liefern.

### **Berliner Feuerwehr**

Die Berliner Feuerwehr veröffentlicht in jedem Jahr einen Jahresbericht [53]. Für das Jahr 2022 beinhaltet dieser eine Auflistung aller Fahrzeuge der Flotte nach Fahrzeugtypen. Die Liste umfasst auch den Bestand elektrisch betriebener Fahrzeuge [54].

### **Taxis**

Neben Taxis hat die Zahl an weiteren privaten Fahrdienstleistern, wie beispielsweise Uber oder FreeNow, in den vergangenen Jahren stark zugenommen. Dies erschwert die Beschaffung vollständiger Daten.

Ein großes Taxi-Unternehmen ist Taxi Berlin. Für das Unternehmen fahren laut Webseite 5.500 Taxis in Berlin und dem Berliner Umland [55]. Da diese Taxis in der Jelbi-App registriert sind, könnten die der App zugrundeliegende Daten eine genaue aktualisierte Zahl liefern (siehe oben).

---

<sup>5</sup> „Personenkilometer sind das Produkt aus beförderten Personen und der zurückgelegten Entfernung in Kilometern“ (S.20,[48]) und „Nutzkilometer sind die Summe der für die Personenbeförderung gefahrenen Zug-/Wagenkilometer gemäß Verkehrsvertrag“ (S.21, [48]).

### **Mögliche Aktualisierung**

- Einmalig: Flottengrößen und Anteile nach Antriebsart entsprechend der Antworten auf die Anfragen im Abgeordnetenhaus [45], [46], [47]
- Jährlich: Flottengrößen (inkl. Anzahl der elektrisch betriebenen Busse) und akkumulierte Strecke aller U-Bahnen, Straßenbahnen und Busse (Nutzkilometer) der BVG
- Jährlich: Flottengröße und Anzahl an elektrisch betriebenen Kraftfahrzeugen der Berliner Feuerwehr

### **Datenverfügbarkeit**

- Einmalig: Antworten auf Anfragen im Abgeordnetenhaus als PDF-Dokumente [45], [46], [47]
- Jährlich: Geschäftsbericht und Zahlenspiegel der BVG als PDF-Dokumente [49]
- Jährlich: Jahresbericht der Feuerwehr [53]

## **Anzahl an Parkplätzen und Parkplatzkosten**

Auf einer Karte der Verkehrsinformationszentrale der SenMVKU sind Parkhäuser, Parkzonen, öffentliche Parkplätze und Park and Ride-Parkplätze dargestellt, zum Teil sind auch die Anzahl an vorhandenen Stellplätzen und die anfallenden Parkgebühren angegeben. Das Unternehmen INRIX liefert die zugrunde liegenden Daten [56].

Die Initiative Parkplatz-Transform hat einmalig den öffentlichen Parkraum der Stadt Berlin kartiert [57]. Die Daten sind offen zugänglich und umfassen neben der Anzahl an Parkplätzen auch weitere Details, wie beispielsweise Parkkosten und -zeiten sowie das Parken durch Anwohner\*innen.

**Mögliche Aktualisierung:** Einmalig

### **Datenverfügbarkeit**

- Einmalig: Daten aller durch Parkplatz-Transform kartierten Parkplätze als Download im Geo-JSON Format [57]
- Einmalig bzw. entsprechend einer möglichen Aktualisierung: Karte der Verkehrsinformationszentrale der SenMVKU [56]

## **Ladeinfrastruktur für E-Autos**

Der Ausbau der Ladeinfrastruktur beeinflusst die Verbreitung elektrisch betriebener Kraftfahrzeuge. Somit stellen Ladepunkte eine weitere relevante Variable dar. Nach § 5 Absatz 1 der Ladesäulenverordnung müssen Betreiber\*innen öffentlicher Ladepunkte diese innerhalb von zwei Wochen nach Inbetriebnahme der Bundesnetzagentur melden [58]. Eine Datenbank umfasst alle registrierten, öffentlich zugänglichen Ladepunkte, deren Betreiber\*innen einer Veröffentlichung zugestimmt haben. Sie wird mit einem Verzug von ungefähr drei bis vier Monaten veröffentlicht [59].

**Mögliche Aktualisierung:** Monatlich mit einem Verzug von ungefähr drei bis vier Monaten

**Datenverfügbarkeit:** *Liste der Ladesäulen* als Excel- und CSV-Datei [59]. Nach Auskunft der Bundesnetzagentur ist derzeit keine öffentliche API verfügbar, jedoch ist eine solche in Planung.

## Fahrradverkehr

In Berlin gibt es 20 Zählstellen, die die Zahl passierender Fahrradfahrer\*innen kontinuierlich messen [60]. Die aktuellen Messdaten sind auf einer Karte online dargestellt und liegen nach eigenen Angaben auf der Webseite der SenMVKU als tagesaktuelle Rohdaten vor. Online veröffentlicht werden die gebündelten Messdaten eines Jahres im Folgejahr [61]. Der Anbieter der Zählstellen, das Unternehmen *Eco Counter*, gibt an, dass ein Abrufen der Daten über eine API möglich ist [62].

Weitere relevante Daten über die durch Fahrradfahrende zurückgelegte Strecke werden im Rahmen der Kampagne *STADTRADELN* des Klima-Bündnisses erfasst. Im Rahmen der Kampagne wird seit 2008 jährlich in jeder teilnehmenden Kommune ein 21-tägiger Kampagnenzeitraum festgelegt [63], [64]. Bewohner\*innen dieser Kommunen können sich anschließend registrieren, woraufhin die mit dem Fahrrad zurückgelegte Strecke aufgezeichnet wird. Die aufgezeichneten Daten liegen anonymisiert der Technischen Universität Dresden zur Auswertung vor [63]. Teilnehmende Kommunen haben über die Plattform *RiDE – Radverkehr in Deutschland* Zugriff auf die Auswertungen [65]. Berlin nimmt seit 2018 an der Kampagne teil [64].

Mittels der Messungen der Zählstellen kann die relative Entwicklung der Anzahl an Fahrradfahrenden geschätzt werden. Ein Zusammenführen beider Datensätze kann den Anteil des durch die Zählstationen gemessenen Verkehrs am gesamten Fahrradverkehr approximieren. Die tagesaktuellen Messungen könnten mittels dieses Verhältnisses kontinuierlich hochskaliert werden. So wäre eine Approximation des gesamten tagesaktuellen Fahrradverkehrs möglich.

**Mögliche Aktualisierung:** Täglich

**Datenverfügbarkeit:**

- Messdaten der Fahrrad-Zählstellen. Jahresdaten sind verfügbar als Excel-Download. Der SenMVKU liegen auch die tagesaktuellen Rohdaten vor [61]. Eine API ist laut Eco Counter verfügbar [62].
- Daten der *STADTRADELN*-Kampagne liegen der Technischen Universität Dresden vor [63]. Auswertungen sind für teilnehmende Kommunen über die Plattform *RiDE* zugänglich [65].



## Schienerverkehr

Emissionen aus dem Schienenverkehr werden im Wesentlichen durch Bahnen des ÖPNVs und des Fern- und Güterverkehrs der Deutschen Bahn (DB) verursacht. Über 90 % der Fahrleistung der DB im Personen- und Güterverkehr werden durch elektrisch betriebene Züge erbracht [66].

Während die Bahnen der BVG und die Berliner S-Bahnen den Strom aus dem öffentlichen Stromnetz beziehen, werden Regionalbahnen und Züge des Fern- und Güterverkehrs über ein separates Stromnetz der Bahn betrieben [67], [68]. Die DB Energie GmbH veröffentlicht die Emissionsfaktoren, welche die CO<sub>2</sub>-Emissionen, die pro Kilowattstunde Bahnstrom ausgestoßen werden, quantifizieren [69]. In Verbindung mit dem Stromverbrauch eines Zuges pro Kilometer lassen sich die Emissionen einer Zugfahrt ermitteln. Wenn die zurückgelegten Distanzen bekannt sind, lassen sich die gesamten Emissionen des elektrisch betriebenen Bahnverkehrs ermitteln. Im Folgenden werden Daten über gefahrene Strecken und entsprechende Datenquellen vorgestellt.

## ÖPNV

Der Verkehrsverbund Berlin-Brandenburg (VBB) ist ein Verbund von Verkehrsunternehmen des ÖPNVs in Berlin und Brandenburg [70]. Neben der BVG ist auch das Unternehmen S-Bahn Berlin GmbH als Betreiber der Berliner S-Bahnen sowie die DB Regio Nordost, welche für den Nahverkehr der DB in Berlin, Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern zuständig ist, Teil des Verbunds [71].

Der VBB stellt eine API zur Verfügung, die einen Echtzeit-Zugriff auf die durch Verkehrsunternehmen bereitgestellten Fahrplandaten ermöglicht [72]. Über Informationen zum Start- und Zielbahnhof kann die zurückgelegte Strecke einer Fahrt ermittelt werden. Die Deutsche Bahn AG stellt zudem mehrere APIs zur Verfügung, über die unter anderem auf den SOLL- und Echtzeit-Fahrplan zugegriffen werden kann [73]. Die Fahrpläne umfassen unter anderem auch den Verkehr der DB Regio Nordost und der Berliner S-Bahn. Eine genauere Beschreibung dieser APIs folgt im Abschnitt zum Fernverkehr der DB.

Für die U- und Straßenbahnen veröffentlicht die BVG in ihrem Geschäftsbericht die Summe der jährlichen Nutzkilometer, wie im Kapitel *Öffentliche Flotten* näher erläutert. Die Daten der VBB könnten mit jenen der DB und der BVG verglichen werden, um die Datengüte zu ermitteln.

**Mögliche Aktualisierung:** Täglich

**Datenverfügbarkeit:**

- Tagesaktuell: Fahrplandaten der VBB. Bereitgestellt über eine API [72].
- Jährlich: Nutzkilometer der durch die BVG betriebenen U- und Straßenbahnen [48] (siehe oben).

## Fernverkehr der DB

Die Deutsche Bahn stellt auf der kürzlich eingerichteten Webseite *API Marketplace* APIs, die einen Zugriff auf unterschiedliche Datensätze ermöglichen, zur Verfügung. Unter anderem kann auf den SOLL- und Echtzeit-Fahrplan

des Personenverkehrs zugegriffen werden [73]. Relevant für diesen Bericht sind insbesondere drei APIs. Die APIs *RIS::Journeys* [74] und *RIS::Boards* [75] liefern Fahrteninformationen, beziehungsweise Informationen der Abfahrts- und Ankunftsstafeln. Neben dem Nahverkehr der DB Regio Nordost und der Berliner S-Bahn ermöglichen die APIs auch einen Zugriff auf Daten des Fernverkehrs der DB. Die API *Timetables* stellt Informationen zu Ankünften, Abfahrten und Fahrten von Zügen bereit [76].

**Mögliche Aktualisierung:** Täglich

**Datenverfügbarkeit:**

- Tagesaktuell: Die APIs *RIS::Journeys* [74], *RIS::Boards* [75] und *Timetables* [76] stellen Echtzeit-Informationen zu Ankünften, Abfahrten und Fahrten bereit.

## Güterverkehr durch DB Cargo

Der zukünftige Fahrplan des Güterverkehrs der DB Cargo ist über ein Portal manuell abrufbar [77]. Zudem werden Kund\*innen APIs zur Echtzeitverfolgung von Transportaufträgen bereitgestellt [78]. Nach Auskunft der DB Cargo kann ein Datenzugriff über diese APIs aufgrund von Geheimhaltungspflichten für andere Akteure jedoch nicht gewährt werden.

Eine weitere API ermöglicht einen Zugriff auf IST-Verkehrsdaten des Güterverkehrs eines Jahres [79]. Jedoch wurden die Daten zuletzt in 2017 für das vorherige Jahr aktualisiert.

**Mögliche Aktualisierung:** Täglich

**Datenverfügbarkeit:** Täglich: Manueller Zugriff auf künftige SOLL-Fahrplandaten über ein Portal [77].

## Schiffsverkehr

Im Land Berlin machen die CO<sub>2</sub>-Emissionen, die auf den Schiffsverkehr zurückgehen, nur einen kleinen Teil aller Emissionen des Verkehrssektors aus. In 2020 emittierten Schiffe ungefähr ein Prozent der CO<sub>2</sub>-Emissionen des Verkehrssektors [S.34, [11]]. Aufgrund dieser geringen Emissionsmengen wird der Schiffsverkehr in diesem Bericht vernachlässigt.

## Flugverkehr

Der einzige aktive Flughafen in Berlin bzw. dem Berliner Umland ist der Flughafen Berlin Brandenburg „Willy Brandt“ (BER). Da der Flughafen im Land Brandenburg liegt, wird er nicht im statistischen Bericht zur Berliner Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz berücksichtigt. Aufgrund seiner großen Bedeutung für Berlin findet er in diesem Bericht jedoch Beachtung.

Alle abfliegenden Flugzeuge werden am Flughafen betankt. Der Kerosinbedarf hängt von der Strecke eines Flugs und dem verwendeten Flugzeugtyp ab. Mittels der Destinationen und verwendeten Flugzeugmodelle können folglich der Kerosinverbrauch und die resultierenden Treibhausgas-Emissionen für alle Flüge approximiert werden.

Ankünfte und Abflüge können tagesaktuell manuell über ein Portal der Flughafen-Webseite abgerufen werden [80]. Auch liegen für jeden Flug Informationen zum Flugzeugtyp vor (zum Beispiel [81]). Nach Auskunft des IT-Vertriebs des Flughafens können Daten für einen zuvor festgelegtes Zeitraum über eine FARMS Offline-Schnittstelle als CSV-Datei zur Verfügung gestellt werden.

Darüber hinaus gibt es zahlreiche kommerzielle APIs, die ein Abrufen von Echtzeit-Flugdaten ermöglichen. Eine Übersicht relevanter Dienste gibt beispielsweise die Webseite des Unternehmens R Software Inc. [82].

**Mögliche Aktualisierung:** Täglich

**Datenverfügbarkeit:** Täglich: Ankünfte und Abflüge inklusive Flugzeugtyp. Manueller Zugriff über das Portal auf der Webseite [80]. Nach Auskunft des IT-Vertriebs des BER ist eine Übermittlung von Daten zu allen Abflügen und Ankünften in einem zuvor festgelegten Zeitintervall als CSV-Datei über eine FARMS Offline-Schnittstelle möglich. Zudem sind kommerzielle APIs verfügbar [82].

## Strom

Die Stromnachfrage steuert die Stromproduktion. Der Stromverbrauch des Landes Berlin ist der Stromnetz Berlin GmbH bekannt. Als Netzbetreiberin ist das Unternehmen für den Aufbau, Ausbau und Erhalt des Stromnetzes, sowie die Anschlüsse der Kund\*innen im Land Berlin verantwortlich [83], [84]. Der Jahresverbrauch wird im Laufe des Folgejahres veröffentlicht. Basierend auf den Emissionsfaktoren des Umweltbundesamts werden auch die resultierenden CO<sub>2</sub>-Emissionen angegeben [85].

Die Emissionen, die durch den Berliner Stromverbrauch verursacht werden, können mithilfe der Zusammensetzung des tagesaktuellen bundesweiten Strommix, der die Emissionsfaktoren bestimmt, und des anteiligen Berliner Verbrauchs der Vergangenheit zeitnah geschätzt werden.

### Approximationsansatz basierend auf dem tagesaktuellen Strommix

Die Denkfabrik *Agora Energiewende* veröffentlicht mit dem Agorameter ein Online-Tool, welches tagesaktuell den Stromverbrauch und die Stromerzeugung in Deutschland ebenso wie den resultierenden CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor des Strommixes angibt [86].

Mithilfe von Vorjahresdaten lässt sich der Berliner Anteil am bundesweiten Verbrauch im Vorjahr ermitteln. Basierend auf diesem Verhältnis, lässt sich der aktuelle Berliner Stromverbrauch und die daraus resultierenden Emissionen als Anteil des aktuellen bundesweiten Verbrauchs approximieren.

Die Bundesnetzagentur veröffentlicht auf der Plattform *SMARD* zudem tagesaktuelle Werte zum Stromverbrauch und zur Stromerzeugung in den Regelzonen der Übertragungsnetzbetreiber. Dies umfasst auch die Regelzone des im östlichen Teil Deutschlands tätigen Übertragungsnetzbetreibers *50Hertz* [87].

**Mögliche Aktualisierung:** Täglich

**Datenverfügbarkeit:**

- Täglich: Stromverbrauch, Stromerzeugung und Zusammensetzung des Strommix nach dem Agorameter. Datenzugriff manuell über Grafik [86]. Nach Auskunft von Agora Energiewende wird auch ein Zugriff über eine API in naher Zukunft möglich sein.
- Täglich: Stromverbrauch und Stromerzeugung in der Regelzone von 50Hertz [87]. Nach Angaben der Bundesnetzagentur, die die Plattform SMARD betreibt, ist eine API in Planung.
- Jährlich: Bundesweiter Stromverbrauch [88].
- Jährlich: Berliner Stromverbrauch veröffentlicht durch die Stromnetz Berlin GmbH [85].

## Politisch relevante Variablen

### Bestand stromerzeugender Anlagen

Nach §5 Absatz 1 der Marktstammdatenregisterverordnung (MaStRV) [89] müssen alle stromerzeugenden Einheiten, die unmittelbar oder mittelbar an das Stromnetz angeschlossen sind, im Marktstammdatenregister

registriert werden. Die Frist zur Registrierung beträgt einen Monat nach Inbetriebnahme (MaStRV, §5 Absatz 5) und umfasst unter anderem den Anlagentyp, die installierte (Maximal-) Leistung und die Gemeinde, in der die Anlage installiert ist [90]. Somit ist die Anzahl und die kumulierte Maximalleistung aller in Berlin installierten stromerzeugenden Anlagen monatsaktuell verfügbar. Neben Kraftwerken, die durch Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) betrieben werden, umfasst dies u.a. auch Windkraft- und Photovoltaikanlagen.

**Mögliche Aktualisierung:** Täglich

**Datenverfügbarkeit:**

- Tagesaktueller Gesamtdatensatz aller registrierten Anlagen steht als XML-Datei zur Verfügung [91].
- Nach einer Registrierung ist ein Zugriff auf das Marktstammdatenregister über eine API bzw. einen Webdienst möglich [92]. Dies ermöglicht eine automatisierte tägliche Aktualisierung des Gesamtdatensatzes.

## Eingespeister Strom leistungsstarker Kraftwerke

Die Daten des Marktstammdatenregisters geben keine Auskunft über die tatsächlich eingespeisten Strommengen. Jedoch veröffentlicht die Bundesnetzagentur auf der Plattform SMARD täglich die Mengen an eingespeistem Strom durch Kraftwerke mit einer installierten Erzeugungsleistung von mindestens 100 Megawatt. Für jedes Kraftwerk, und somit auch für alle Berliner Kraftwerke, kann eine Einspeisezeitreihe abgerufen werden [93].

**Mögliche Aktualisierung:** Täglich

**Datenverfügbarkeit:** Tagesaktuelle Einspeisedaten. Download als PDF-, CSV-, XSL- oder XML-Datei [87]. Benutzerhandbuch verfügbar [94]. Nach eigenen Angaben der Bundesnetzagentur ist eine API in Planung.

## Gebäudeheizungen

Die Mehrzahl aller Gebäudeheizungen wird durch Erdgas, Heizöl, Festbrennstoffe oder Fernwärme betrieben. Insbesondere durch die Verbrennung von Erdgas, Heizöl und Festbrennstoffen werden große Mengen an Treibhausgas-Emissionen ausgestoßen. Die Emissionsmengen werden direkt durch die Mengen an verbrannten Energieträgern bestimmt. Angaben zu Verbrauchsmengen von Energieträgern in Kombination mit Emissionsfaktoren lassen folglich Rückschlüsse auf die emittierten Mengen an Treibhausgas-Emissionen zu.

Auch elektrisch betriebene Wärmepumpen gewinnen an Bedeutung. Resultierende CO<sub>2</sub>-Emissionen werden durch den Mix des Stroms bestimmt, der zum Betrieb verwendet wird. Emissionen, die bei der Stromproduktion anfallen, wurden im vorherigen Kapitel approximiert. Daher werden Wärmepumpen bei den Approximationsansätzen an dieser Stelle vernachlässigt.

Als Verteilungsnetzbetreiberin ist die NBB Netzgesellschaft Berlin-Brandenburg mbH & Co. KG, ein Unternehmen der GASAG-Gruppe, für das Leitungsnetz der Gasversorgung verantwortlich [95]. Entsprechend sind dem Unternehmen die Mengen an transportiertem Gas bekannt. Angaben zur Gesamtmenge an transportiertem Gas im Netzgebiet werden im jährlichen Geschäftsbericht veröffentlicht [96]. Allerdings umfasst das Netzgebiet neben Berlin auch Teile Brandenburgs, Sachsens und Sachsen-Anhalts.

Für Heizöl und Festbrennstoffe sind den Autor\*innen dieses Berichts keine zentralen Akteure bekannt.

Das Berliner Wärme-Netz wird zu weiten Teilen von der Vattenfall Wärme Berlin AG betrieben [97]. Die BTB Blockheizkraftwerks-Träger- und Betreibergesellschaft mbH Berlin betreibt ein weiteres in sich geschlossenes 170 Kilometer langes Wärmenetz im Ortsteil Berlin-Adlershof [98]. Zudem gibt es wenige weitere Fernwärmeanbieter, die Netze kleiner Größe betreiben [99]. Die Fernwärme wird hauptsächlich durch KWK-Kraftwerke erzeugt [97], [100], die neben Wärme auch Strom produzieren. Die Verfügbarkeit von Daten zu stromerzeugenden Einheiten und deren Emissionen wurde dargelegt.

Daten zu Verbräuchen von Erdgas, Heizöl und Festbrennstoffen in Berlin werden nicht zeitnah veröffentlicht. Daher sind Approximationsansätze, die die Verbräuche und daraus resultierenden Emissionen abschätzen von Interesse. Im Folgenden werden drei Approximationsansätze vorgestellt. Basierend auf Daten, die Schornsteinfeger\*innen erheben, können Emissionen von Festbrennstoff-, Heizöl- und Gasfeuerungen geschätzt werden. Darüber hinaus ist eine Abschätzung aller Emissionen, die durch Gebäudeheizungen ausgestoßen werden, mittels Gebäudeeigenschaften möglich. Diese beiden Ansätze wurden unter anderem auch im Emissionskataster und den Machbarkeitsstudien umgesetzt. Ein dritter Ansatz zielt auf die Approximation der verbrauchten Heizölmengen ab.

### 1. Ansatz zur Approximation basierend auf Schornsteinfegerdaten

Schornsteinfeger\*innen verfügen aufgrund regelmäßiger Kontrollen aller Feuerstellen über Informationen zur Anzahl an Heizungen, der Art der verwendeten Energieträger und einer Schätzung des Brennstoffverbrauchs. Nach Auskunft der Schornsteinfeger-Innung Berlin werden diese Daten in einer Statistik jährlich zusammengetragen. Mittels dieser Statistik können die Emissionen, die auf Feuerstellen zurückgehen, approximiert werden. Für eine Umsetzung dieses Ansatzes wird auf das Emissionskataster verwiesen, in dem die Emissionen des Jahres 2012 geschätzt wurden [13].

**Mögliche Aktualisierung:** Jährlich

**Datenverfügbarkeit:** Nach Auskunft der Schornsteinfeger-Innung Berlin wird die Statistik eines Jahres über Feuerstellen auf Anfrage als CSV-Datei bereitgestellt.

## 2. Ansatz zur Approximation basierend auf Gebäudeeigenschaften

Ein zweiter Approximationsansatz zielt auf die Emissionen aller Gebäudeheizungen ab, die neben den Emissionen von Feuerstellen auch jene umfassen, die auf Fernwärmenutzung zurückgehen. Sowohl das Emissionskataster [13] als auch die Aktualisierung der Machbarkeitsstudie [4] schlagen eine Schätzung basierend auf Gebäudeeigenschaften vor. Der Energieträgerverbrauch und die daraus resultierenden Emissionen hängen von zahlreichen Parametern ab. Beispielsweise beeinflussen der Sanierungszustand, die Nutzung und die Fläche des Gebäudes, die Heizungsart und die verwendeten Energieträger die Emissionen stark.

Sowohl das Emissionskataster als auch die Machbarkeitsstudie verwenden unter anderem Daten des Zensus 2011. In 2022 lief eine Neuerung des Zensus, in der Eigenschaften von Wohngebäuden abgefragt wurden [101]. Der Zensus 2022 umfasst Fragen zum Gebäudetyp, Gebäudealter, Heizungsart und den überwiegend genutzten Energieträgern der Heizung [102], während der Zensus 2011 keine Auskunft über Energieträgern verlangte [103]. Somit trägt die Aktualisierung des Zensus zu einer verbesserten Datenlage bei.

Das Deutsche Institut für Wirtschaftsforschung (DIW) untersucht im Wärmemonitor die Entwicklung des jährlichen Heizenergiebedarfs von Zwei- und Mehrparteienhäusern in Deutschland und die resultierenden CO<sub>2</sub>-Emissionen. Die Veröffentlichung gibt unter anderem auch den Jahresheizenergiebedarf von Zwei- und Mehrparteienhäusern je Wohnfläche in Berlin an [104].

**Mögliche Aktualisierung:**

- Einmalig bzw. mit Aktualisierung des Zensus: Daten aus dem Zensus
- Jährlich: Heizenergiebedarf von Zwei- und Mehrparteienhäusern

**Datenverfügbarkeit:**

- Einmalig: Die Daten des Zensus 2022 werden voraussichtlich ab März 2024 veröffentlicht [105]
- Jährlich: Der Wärmemonitor [104] des DIW wird typischerweise im vierten Quartal des Folgejahres veröffentlicht.

### 3. Ansatz zur Approximation des Heizölverbrauchs mittels der bundesweiten amtlichen Mineralölstatistik

Wie im Kapitel *Straßenverkehr* beschrieben, veröffentlicht das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) monatlich mit meist drei Monaten Verzug amtliche Mineralölstatistiken, die neben der monatlichen Inlandsablieferung von Kraftstoffen auch jene von Heizöl umfassen [29]. Aus dem Vorjahr ist der Anteil des in Berlin verbrauchten Heizöls an der bundesweit verbrauchten Menge bekannt. Mithilfe dieses Vorjahresanteils und dem aktuellen Bundesverbrauch kann der aktuelle Berliner Heizölverbrauch approximiert werden. Ein ähnliches Vorgehen ist für Kraftstoffe möglich (vgl. Kapitel *Straßenverkehr*). Es ist allerdings unklar, ob die gesamte Menge Heizöl zum Heizen durch Gebäudeheizungen verwendet wird.

**Mögliche Aktualisierung:** Monatlich mit einer Verzögerung von ungefähr drei Monaten

#### Datenverfügbarkeit

- Monatlich: *Amtliche Mineralölstatistiken für die Bundesrepublik Deutschland* [31] veröffentlicht durch das BAFA als Excel-Datei mit einem Verzug von ungefähr drei Monaten. Keine API verfügbar.
- Jährlich: Bundesweite jährliche Verbräuche in der Veröffentlichung *Entwicklung der Inlandsablieferung für Mineralölprodukte (1995-2021)* [30] des BAFAs als Excel-Datei.
- Jährlich: Jahresverbrauch des Land Berlin im *Statistischen Bericht – Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz in Berlin* [11], [27] veröffentlicht durch das Amt für Statistik Berlin-Brandenburg.

### Politisch relevante Variablen

#### Anzahl an Wärmepumpen und Solarthermieanlagen

Um den Stand der energetischen Sanierung abzubilden, ist unter anderem die Anzahl an installierten Wärmepumpen und Solarthermieanlagen von Interesse. Der Zensus 2022 fragte nach dem überwiegend verwendeten Energieträger der Heizung eines Gebäudes. Eine Antwortmöglichkeit umfasst Solar- und Geothermie, Umweltwärme und Abluftwärme [102]. Jedoch wird nicht weiter zwischen diesen Energieträgern unterschieden.

Im Rahmen der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) werden zahlreiche energetische Sanierungsmaßnahmen, wie auch die Installation von Wärmepumpen und Solarthermieanlagen, subventioniert [106]. Auf Anfrage konnten aggregierte Daten über in Berlin installierte Wärmepumpen und Solarthermieanlagen, die im Rahmen der BEG-Einzelmaßnahmen, einem Teilprogramm der BEG, gefördert wurden, einmalig übermittelt werden. Ob eine kontinuierliche, automatisierte Datenübermittlung möglich ist, der alle Teilprogramme der BEG berücksichtigt werden, bleibt offen.

Dem Bundesverband der Deutschen Heizungsindustrie liegen Daten über die Anzahl installierter Heizungen je Energieträger, und somit auch die Anzahl an Solarthermieanlagen und Wärmepumpen, auf Bundesebene vor [107]. Nach eigenen Angaben verfügt der Verband jedoch nicht über Daten auf Landesebene. Ein weiterer relevanter Akteur ist der Bundesverband Wärmepumpen e.V., der nach eigenen Angaben jedoch über keine aktuellen Daten



zur Zahl installierter Wärmepumpen verfügt. Nach Auskunft des Bundesverbands Wärmepumpen e.V. wird der Anschluss von Wärmepumpen berichtet, weshalb möglicherweise Stromnetz Berlin über relevante Daten verfügt.

**Mögliche Aktualisierung:** Unklar

**Datenverfügbarkeit:** Zahlen zu im Rahmen des Förderprogramms BEG Einzelmaßnahmen geförderten Wärmepumpen und Solarthermieanlagen konnten einmalig als CSV-Datei durch das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) übermittelt werden.

## Industrie und Gewerbe

Nach § 4 des Bundes-Immissionsschutzgesetz [108] unterliegen industrielle Anlagen, die sich schädlich auf die Umwelt auswirken können, einer Genehmigungspflicht. Dem Emissionskataster zufolge lassen sich die meisten Emissionen des Sektors *Industrie und Gewerbe* auf diese Anlagen zurückführen [13]. Verzeichnisse der Überwachung aller genehmigungspflichtigen Anlagen in Berlin insgesamt und nach Bezirken werden durch die SenMVKU veröffentlicht und stetig aktualisiert [109]. Ausgenommen davon sind 78 (Block-)Heizkraftwerke und Heizwerke mit einer Wärmeleistung von über 20 Megawatt [110]. Für diese Anlagen ist das Landesamt für Arbeitsschutz, Gesundheitsschutz und technische Sicherheit verantwortlich [111]. Sowohl diese strom- und wärmeerzeugenden Kraftwerke als auch einige weitere Anlagen unterliegen nach der elften Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes einer vierjährigen Emissionserklärungspflicht [112].

Nach dem Emissionskataster für Luftschadstoffe gehen die Treibhausgas-Emissionen, die durch erklärungspflichtige Anlagen ausgestoßen werden, zu weiten Teilen auf Anlagen des Bereichs *Wärmeerzeugung, Bergbau und Energie* zurück [S.17, [13]]. Genehmigungspflichtigen Anlagen ohne Erklärungspflicht stoßen Emissionen in deutlich geringerem Umfang aus als solche mit Emissionserklärungspflicht [S.37ff., [13]].

Emissionen, die bei der Erzeugung von Strom und Wärme anfallen, wurden in vorherigen Abschnitten berücksichtigt. Andere industrielle Anlagen stoßen deutlich geringere Mengen an Treibhausgasen aus. So wurden zum Beispiel nach dem statistischen Bericht in 2020 lediglich 821 kt von 14 620 kt CO<sub>2</sub> dem Sektor *Gewinnung von Steinen und Erden, sonstiger Bergbau und verarbeitendes Gewerbe* zugeordnet [S.34, [11]]. Aufgrund dieser geringen Emissionsmengen und der guten Dokumentation der Anlagen werden Emissionen des Sektors *Industrie und Gewerbe* in diesem Bericht nicht weiter berücksichtigt.

## Handlungsempfehlung zur Beschaffung fehlender Daten

### Bericht des Kraftstoffverbrauchs

Das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz könnte eine Novelle des Energiestatistikgesetzes anstoßen, die eine Absatzbefragung von Tankstellen, beispielsweise durch die statistischen Landesämter, umfasst. Dadurch lägen Daten zum Kraftstoffverbrauch zeitnah und in hoher Qualität vor. Eine schnelle Veröffentlichung dieser Daten gäbe auch anderen Akteur\*innen die Möglichkeit den Verbrauch zu monitoren.

### Bereitstellung der Daten in der Jelbi-App registrierter Dienste

Wie im Kapitel „Öffentliche Flotten“ dargelegt, umfasst die Jelbi-App neben dem ÖPNV auch einen Großteil der in Berlin angebotenen Sharing-Dienste. Die zugrunde liegenden anonymisierten Daten über registrierte Dienste könnten einen aussagekräftigen, nahezu vollständigen Datensatz darstellen. Eine Kooperation mit der BVG als Betreiberin der App könnte die Nutzungs- und Zugriffsbedingungen regeln.

### Automatisierung des Zugriffs auf Schornsteinfegerdaten

Bei der Approximation der Treibhausgas-Emissionen durch Gebäudeheizungen spielen durch Schornsteinfeger\*innen erhobene Daten eine zentrale Rolle. Dies betrifft sowohl eine mögliche Implementierung des vorgestellten Bilanzierungskonzepts als auch zahlreiche weitere Studien. Nach Auskunft der Schornsteinfeger-Innung Berlin werden die Jahresstatistiken bei Bedarf nach Anfrage als CSV-Datei zur Verfügung gestellt. Zur Erleichterung eines Datenzugriffs könnte eine Infrastruktur erstellt werden, die einen möglichst automatisierten Zugriff auf stetig aktualisierte Zeitreihen nach einer einmaligen Zugriffsgenehmigung ermöglicht.

## Fazit

Für eine quantitative Evaluation politischer Maßnahmen, die auf eine Reduktion der Treibhausgas-Emissionen abzielen, bedarf es aktueller, möglichst exakter Emissionsdaten. Es wurden bestehende Veröffentlichungen und Statistiken aufgezeigt, die sich mit den Emissionen des Landes Berlin beschäftigen. Hervorzuheben ist insbesondere der amtliche statistische Bericht zur Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz in Berlin. In diesem werden die amtlichen Zahlen zum Energieverbrauch und den resultierenden Treibhausgas-Emissionen mit einem Verzug von zwei bis drei Jahren veröffentlicht. Die Senatsverwaltung für Wirtschaft, Energie und Betriebe stellt im Energieatlas eine Vielzahl relevanter Daten zum Energieverbrauch und der Energieproduktion in Berlin dar. Während die Webseite aktuelle Zahlen zur Anzahl stromproduzierender Anlagen aus dem Marktstammdatenregister beinhaltet, liegen die Verbräuche auch im Energieatlas mit einem Verzug von ungefähr zwei Jahren vor.

Eine Untersuchung dieser beiden und weiterer relevanten Veröffentlichungen hat Lücken in der Datenlage aufgezeigt. Insbesondere fehlt es an zeitnah veröffentlichten Daten zu den Energieverbräuchen und resultierenden Treibhausgas-Emissionen in Berlin. Erstrebenswert wäre zudem, dass ein stetig aktualisierter Bericht weitere relevante Variablen, die einen direkten oder indirekten Einfluss auf die Treibhausgas-Emissionen haben und durch Politikmaßnahmen beeinflusst werden könnten, umfasst. Darüber hinaus wäre eine umfassende Erhebung der extraterritorial anfallenden Emissionen, z.B. aus Konsum oder Baustoffen, (vgl. Scope 3) wünschenswert. Eine Umsetzung ist aber nur mit erheblichem Aufwand zu bewerkstelligen.

Die ersten zwei der drei aufgezeigten Berichtslücken wurden in dieser Recherchearbeit adressiert. Ausgehend von der Verfügbarkeit relevanter Daten wurden für die Bereiche Verkehr, Strom und Gebäudeheizungen Ansätze zur Approximation der in diesen Sektoren entstehenden Treibhausgas-Emissionen aufgezeigt. Darüber hinaus wurden weitere politisch relevante Variablen identifiziert. Eine Zusammenfassung der Approximationsansätze und politisch relevanten Variablen ist in Abbildung 1 dargestellt.

Für den Straßenverkehr wurden zwei Approximationsansätze vorgestellt: Erstens eine Schätzung des Treibstoffverbrauchs mittels der monatlich veröffentlichten bundesweiten Mineralölstatistik. Dieser Ansatz liefert eine möglicherweise grobe, aber sehr zeitnahe Schätzung. Zweitens ist eine Approximation des Verkehrsaufkommens durch Messdaten der Verkehrsdetektoren in Kombination mit Ergebnissen einmaliger Verkehrszählung möglich. Jedoch ist die Güte dieser Schätzung unklar. Wie vorgeschlagen, könnte eine legislativ beschlossene, regelmäßige Absatzbefragung aller Tankstellen eine bessere Datenlage liefern. Es wurden zahlreiche weitere politisch relevante Variablen identifiziert. Die Datenverfügbarkeit für diese Variablen erscheint umfangreich. So liegen beispielsweise detaillierte Daten zum aktuellen Fahrzeugbestand vor, die möglicherweise auch in einen Ansatz zur Emissionsapproximation integriert werden könnten. Außerdem wurde aufgezeigt, dass anonymisierte Daten, die der Jelbi-App zugrunde liegen, einen umfangreichen, informativen Datensatz zum Mobilitätsverhalten der Berliner Bevölkerung liefern könnten. Emissionen des Schienen- und Flugverkehrs können durch Fahr- und Flugplandaten approximiert werden.

Deutschlandweit gibt es ein Stromnetz. Deshalb erscheint eine Approximation des in Berlin verbrauchten Stroms als Anteil am bundesweiten Stromverbrauch sinnvoll. Das Agorameter, welches tagesaktuell den Stromverbrauch, die Stromproduktion und den Strommix darstellt, liefert geeignete Daten. Bezüglich der Datenlage zu stromerzeugenden Anlagen ist insbesondere das Marktstammdatenregister hervorzuheben. Es stellt ein vollständiges Verzeichnis aller stromproduzierenden Anlagen, einschließlich Photovoltaik- und Windkraftanlagen, dar.

Der Energieverbrauch von Gebäudeheizungen hängt von einer Vielzahl von Faktoren ab. Unter anderem aufgrund dieser Komplexität erscheint die Verfügbarkeit relevanter Daten mäßig und die Möglichkeiten einer Approximation beschränkt. In diesem Bericht wurden im Wesentlichen zwei Approximationsansätze aufgezeigt. Die Grundlage des ersten Approximationsansatzes bilden Daten zum Heizungsbestand, die durch Schornsteinfeger\*innen erhoben werden. Aufgrund der Relevanz dieser Daten erscheint es sinnvoll, eine Plattform zur automatisierten Datenübermittlung zu erstellen. Ein zweiter Approximationsansatz basiert auf Daten zu Gebäudeeigenschaften. Unter anderem könnten hier Ergebnisse des Zensus 2022 hilfreich sein. Die Güte beider Approximationsansätze könnte in künftigen Arbeiten untersucht werden. Um die Approximationsgüte zu erhöhen und der Komplexität der Schätzung gerecht zu werden, wäre eine Kombination beider Ansätze denkbar. Die Bestände an Solarthermieanlagen und Wärmepumpen stellen politisch relevante Variablen dar. Die Anzahl an Förderanträgen im Rahmen des BEG könnte Aufschluss über den Bestand geben.

Die Bereiche Industrie und Gewerbe wurden aufgrund des geringen Umfangs der Emissionen und der guten Dokumentation existierender Anlagen in diesem Bericht weitgehend vernachlässigt.

Die dargestellten Approximationsansätze und Variablen können als Grundlage für die Implementierung eines Workflows zur zeitnahen Approximation der Berliner Treibhausgas-Emissionen dienen. Eine solche kontinuierliche Berichterstattung würde eine zeitnahe quantitative Evaluation politischer Maßnahmen ermöglichen. Zur Visualisierung der Berichterstattung für die Öffentlichkeit ließen sich Approximationen und Variablen auf einem Dashboard darstellen.

## Literaturverzeichnis

- [1] Rat der Europäischen Union, „Pariser Klimaschutzübereinkommen“. Zugegriffen: 3. März 2024. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.consilium.europa.eu/de/policies/climate-change/paris-agreement/>
- [2] National Centers for Environmental Information, „Assessing the Global Climate in 2022“, National Centers for Environmental Information (NCEI). Zugegriffen: 4. Oktober 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.ncei.noaa.gov/news/global-climate-202212>
- [3] L. Warszawski u. a., „All options, not silver bullets, needed to limit global warming to 1.5 °C: a scenario appraisal“, *Environmental Research Letters*, Bd. 16, Nr. 6, S. 064037, Mai 2021, doi: 10.1088/1748-9326/abfeec.
- [4] B. Hirschl, U. Schwarz, J. Weiß, R. Hirschberg, und L. Torlien, „Berlin Paris-konform machen. Eine Aktualisierung der Machbarkeitsstudie ‚Klimaneutrales Berlin 2050‘ mit Blick auf die Anforderungen aus dem UN-Abkommen von Paris.“ 27. August 2021. [Online]. Verfügbar unter: [https://www.ioew.de/publikation/berlin\\_paris\\_konform\\_machen](https://www.ioew.de/publikation/berlin_paris_konform_machen)
- [5] „Decision 24/CP.19: Revision of the UNFCCC reporting guidelines on annual inventories for Parties included in Annex I to the Convention“, in *Report of the Conference of the Parties on its nineteenth session, held in Warsaw from 11 to 23 November 2013*, UNFCCC, 2014.
- [6] J. Minx u. a., „Carbon footprints of cities and other human settlements in the UK“, *Environmental Research Letters*, Bd. 8, Nr. 3, S. 035039, Sep. 2013, doi: 10.1088/1748-9326/8/3/035039.
- [7] F. Reitemeyer, „Erstellung einer Treibhausgasbilanz für Bezirke und Vergleich mit einer verbraucherbasierten Treibhausgasbilanz mit direkten und indirekten Emissionen“, Masterarbeit, Technische Universität Berlin, Berlin, 2019.
- [8] C40 Cities, ICLEI, und World Resources Institute, „Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories“, C40 Cities, 2014. Zugegriffen: 11. Juni 2022. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.c40knowledgehub.org/s/article/The-Global-Protocol-for-Community-Scale-Greenhouse-Gas-Emission-Inventories-GPC>
- [9] K. Juhrich und Umweltbundesamt, „CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren für fossile Brennstoffe - Aktualisierung 2022“, *Climate Change*, Bd. 2022, Nr. 28, März 2022, Zugegriffen: 25. September 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/co2-emissionsfaktoren-fuer-fossile-brennstoffe-0>
- [10] Umweltbundesamt, „Spezifische Emissionsfaktoren für den deutschen Strommix“, Umweltbundesamt. Zugegriffen: 25. September 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/luft/emissionen-von-luftschadstoffen/spezifische-emissionsfaktoren-fuer-den-deutschen>
- [11] Amt für Statistik Berlin-Brandenburg, *Statistischer Bericht E IV 4 - j / 20. Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz in Berlin 2020*. Potsdam: Amt für Statistik Berlin-Brandenburg, 2022. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.statistik-berlin-brandenburg.de/e-iv-4-j>
- [12] INFRAS, „Handbuch für Emissionsfaktoren (HBefa)“. Januar 2022. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.hbefa.net>
- [13] AVISO GmbH und Leipziger Institut für Energie, „Erstellung der Berliner Emissionskataster Industrie, Gebäudeheizung, sonstiger Verkehr, Kleingewerbe, sonstige Quellen, Baustellen“. Zugegriffen: 6. Dezember 2022. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.berlin.de/sen/uvk/umwelt/luft/schadstoffausstoss-emissionen/emissionskataster-2015/>
- [14] F. Creutzig, S. Lohrey, N. Koch, und S. Kraus, „Emissionen im Verkehrssektor in Deutschland in 2020“, Mercator Research Institute on Global Commons and Climate Change (MCC) gGmbH, Berlin, 2021. [Online]. Verfügbar unter: [https://www.mcc-berlin.net/fileadmin/data/B2.3\\_Publications/Working%20Paper/2021\\_Verkehrsemissionen\\_Effekt\\_von\\_CO2\\_VID.pdf](https://www.mcc-berlin.net/fileadmin/data/B2.3_Publications/Working%20Paper/2021_Verkehrsemissionen_Effekt_von_CO2_VID.pdf)
- [15] H. Hertle, F. Dünnebeil, B. Gugel, E. Rechsteiner, und C. Reinhard, „BISKO bilanzierungs-systematik kommunal. Empfehlungen zur Methodik der kommunalen Treibhausgasbilanzierung für den Energie- und Verkehrssektor in Deutschland“. 2019.
- [16] IPCC, *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme*. Japan: IGES, 2006. [Online]. Verfügbar unter: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp>

- [17] IPCC 2019, *2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Switzerland: IPCC, 2019.
- [18] C40 Cities Climate Leadership Group, „Climate Action Planning Guide“, C40 knowledge. Zugegriffen: 4. Oktober 2023. [Online]. Verfügbar unter: [https://www.c40knowledgehub.org/s/guide-home?language=en\\_US](https://www.c40knowledgehub.org/s/guide-home?language=en_US)
- [19] Y. Dong, B. Xia, und W. Chen, „Carbon footprint of urban areas: An analysis based on emission sources account model“, *Environmental Science & Policy*, Bd. 44, S. 181–189, Dez. 2014, doi: 10.1016/j.envsci.2014.07.013.
- [20] Senatsverwaltung für Mobilität, Verkehr, Klimaschutz und Umwelt, „Kfz-Verkehr“, Senatsverwaltung für Mobilität, Verkehr, Klimaschutz und Umwelt. Zugegriffen: 14. August 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.berlin.de/sen/uvk/umwelt/luft/schadstoffausstoss-emissionen/emissionskataster-2015/kfz-verkehr/>
- [21] Senatsverwaltung für Wirtschaft, Energie und Betriebe, „Energieatlas Berlin“. Senatsverwaltung für Wirtschaft, Energie und Betriebe. [Online]. Verfügbar unter: <https://energieatlas.berlin.de/>
- [22] F. Reusswig u. a., *Machbarkeitsstudie Klimaneutrales Berlin 2050*. Potsdam und Berlin, 2017. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.berlin.de/sen/uvk/klimaschutz/klimaschutz-in-der-umsetzung/bek-2030-umsetzung-2017-bis-2021/machbarkeitsstudie-klimaneutrales-berlin-2050/>
- [23] Umweltatlas, „Umweltatlas - Verkehrsmengen“. März 2022. Zugegriffen: 14. August 2023. [Online]. Verfügbar unter: [https://www.berlin.de/umweltatlas/\\_assets/verkehr-laerm/verkehrsmengen/de-karten/07\\_01\\_2019.pdf?ts=1678460591](https://www.berlin.de/umweltatlas/_assets/verkehr-laerm/verkehrsmengen/de-karten/07_01_2019.pdf?ts=1678460591)
- [24] C. Lenk, R. Arendt, V. Bach, und M. Finkbeiner, „Territorial-Based vs. Consumption-Based Carbon Footprint of an Urban District—A Case Study of Berlin-Wedding“, *Sustainability*, Bd. 13, Nr. 13, 2021, doi: 10.3390/su13137262.
- [25] earch Department, „Durchschnittliches Alter von Personenkraftwagen in Deutschland von 1960 bis 2023“. 2023. Zugegriffen: 12. April 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/154506/umfrage/durchschnittliches-alter-von-pkw-in-deutschland/>
- [26] S. Harris, J. Weinzettel, A. Bigano, und A. Källmén, „Low carbon cities in 2050? GHG emissions of European cities using production-based and consumption-based emission accounting methods“, *Journal of Cleaner Production*, Bd. 248, S. 119206, März 2020, doi: 10.1016/j.jclepro.2019.119206.
- [27] Amt für Statistik Berlin-Brandenburg, „Archiv E IV 4 - j Archiv: Statistischer Bericht Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz (E IV 4 - j)“. Zugegriffen: 14. August 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.statistik-berlin-brandenburg.de/archiv/e-iv-4-j>
- [28] Länderarbeitskreis Energiebilanzen, „Quellendokumentation“. Zugegriffen: 11. August 2023. [Online]. Verfügbar unter: <http://www.lak-energiebilanzen.de/quellendokumentation/>
- [29] Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA), „Mineralölstatistik“. Zugegriffen: 11. August 2023. [Online]. Verfügbar unter: [https://www.bafa.de/DE/Energie/Rohstoffe/Mineraloelstatistik/mineraloel\\_node.html](https://www.bafa.de/DE/Energie/Rohstoffe/Mineraloelstatistik/mineraloel_node.html)
- [30] Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, „Energie - Entwicklung der Inlandsablieferung für Mineralölprodukte (1995 – 2021)“. Zugegriffen: 14. August 2023. [Online]. Verfügbar unter: [https://www.bafa.de/SharedDocs/Downloads/DE/Energie/Mineraloel/moel\\_entw\\_inlandsablieferung\\_1995\\_2021.html](https://www.bafa.de/SharedDocs/Downloads/DE/Energie/Mineraloel/moel_entw_inlandsablieferung_1995_2021.html)
- [31] Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, „Service - Infothek: Amtliche Daten Mineralölstatistik“. Zugegriffen: 14. August 2023. [Online]. Verfügbar unter: [https://www.bafa.de/SiteGlobals/Forms/Suche/Infothek/Infothek\\_Formular.html?nn=1463798&submit=Senden&resultsPerPage=100&documentType=\\_type\\_statistic&templateQueryString=Amtliche+Daten+Mineral%C3%B6lstatistik&sortOrder=dateOfIssue\\_dt+desc](https://www.bafa.de/SiteGlobals/Forms/Suche/Infothek/Infothek_Formular.html?nn=1463798&submit=Senden&resultsPerPage=100&documentType=_type_statistic&templateQueryString=Amtliche+Daten+Mineral%C3%B6lstatistik&sortOrder=dateOfIssue_dt+desc)
- [32] Senatsverwaltung für Mobilität, Verkehr, Klimaschutz und Umwelt, „Verkehrserhebungen (Verkehrsmengenkarte)“. Zugegriffen: 14. August 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.berlin.de/sen/uvk/mobilitaet-und-verkehr/verkehrsmanagement/verkehrserhebungen/>
- [33] Senatsverwaltung für Mobilität, Verkehr, Klimaschutz und Umwelt, „Übergeordnetes Straßennetz von Berlin“. Zugegriffen: 14. August 2023. [Online]. Verfügbar unter:

- <https://www.berlin.de/sen/uvk/mobilitaet-und-verkehr/verkehrsplanung/strassen-und-kfz-verkehr/uebergeordnetes-strassennetz/>
- [34] Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Bauen und Wohnen, „07.01 Verkehrsmengen DTV 2019“. Zugegriffen: 14. August 2023. [Online]. Verfügbar unter: [https://www.berlin.de/umweltatlas/\\_assets/verkehr-laerm/verkehrsmengen/de-texte/k701\\_2019.pdf?ts=1678460586](https://www.berlin.de/umweltatlas/_assets/verkehr-laerm/verkehrsmengen/de-texte/k701_2019.pdf?ts=1678460586)
- [35] Umweltatlas, „Verkehrsmengen DTV 2019 (Umweltatlas)“. Zugegriffen: 14. August 2023. [Online]. Verfügbar unter: [https://fbinter.stadt-berlin.de/fb/index.jsp?loginkey=showMap&mapId=k\\_07\\_01verkmeng2019@senstadt](https://fbinter.stadt-berlin.de/fb/index.jsp?loginkey=showMap&mapId=k_07_01verkmeng2019@senstadt)
- [36] Senatsverwaltung für Mobilität, Verkehr, Klimaschutz und Umwelt, „Digitale Plattform Stadtverkehr Berlin / Verkehrsdetektion Berlin“. Zugegriffen: 14. August 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://daten.berlin.de/datensaetze/verkehrsdetektion-berlin>
- [37] Bundeskartellamt, „Markttransparenzstelle für Kraftstoffe“. Zugegriffen: 14. August 2023. [Online]. Verfügbar unter: [https://www.bundeskartellamt.de/DE/Wirtschaftsbereiche/Mineral%C3%B6l/MTS-Kraftstoffe/mtskraftstoffe\\_node.html](https://www.bundeskartellamt.de/DE/Wirtschaftsbereiche/Mineral%C3%B6l/MTS-Kraftstoffe/mtskraftstoffe_node.html)
- [38] ADAC, „Finden Sie die günstigste Tankstelle“. Zugegriffen: 14. August 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.adac.de/verkehr/tanken-kraftstoff-antrieb/kraftstoffpreise/>
- [39] Aufbaustab Transparenzstelle Kraftstoffe, Bundeskartellamt, „Entwurf: Gesamtkonzept für Aufbau und Betrieb der Markttransparenzstelle für Kraftstoffe“. 15. März 2013. Zugegriffen: 14. August 2023. [Online]. Verfügbar unter: [https://www.bundeskartellamt.de/SharedDocs/Publikation/DE/Sonstiges/MTS%20-%20Gesamtkonzept.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=6](https://www.bundeskartellamt.de/SharedDocs/Publikation/DE/Sonstiges/MTS%20-%20Gesamtkonzept.pdf?__blob=publicationFile&v=6)
- [40] Bundesministerium der Justiz und Bundesamt für Justiz, „Gesetz gegen Wettbewerbsbeschränkungen in der Fassung der Bekanntmachung vom 26. Juni 2013 (BGBl. I S. 1750, 3245), das zuletzt durch Artikel 2 des Gesetzes vom 23. Juni 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 167) geändert worden ist“. Zugegriffen: 16. August 2023. [Online]. Verfügbar unter: [https://www.gesetze-im-internet.de/gwb/\\_47k.html](https://www.gesetze-im-internet.de/gwb/_47k.html)
- [41] Bundesministerium der Justiz und Bundesamt für Justiz, „MTS-Kraftstoff-Verordnung vom 22. März 2013 (BGBl. I S. 595; 3245); 2013 I S. 3304“. Zugegriffen: 16. August 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.gesetze-im-internet.de/mtskraftv/BJNR059500013.html>
- [42] Kraftfahrt-Bundesamt, „Neuzulassungen von Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern“. 2023. Zugegriffen: 14. August 2023. [Online]. Verfügbar unter: [https://www.kba.de/DE/Statistik/Produktkatalog/produkte/Fahrzeuge/fz8/fz8\\_gentab.html?nn=3514348](https://www.kba.de/DE/Statistik/Produktkatalog/produkte/Fahrzeuge/fz8/fz8_gentab.html?nn=3514348)
- [43] Kraftfahrt-Bundesamt, „Besitzumschreibungen von Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern“. 2023. Zugegriffen: 14. August 2023. [Online]. Verfügbar unter: [https://www.kba.de/DE/Statistik/Produktkatalog/produkte/Fahrzeuge/fz9/fz9\\_gentab.html?nn=3514348](https://www.kba.de/DE/Statistik/Produktkatalog/produkte/Fahrzeuge/fz9/fz9_gentab.html?nn=3514348)
- [44] Kraftfahrt-Bundesamt, „Bestand nach ausgewählten Merkmalen (FZ 27)“. 2023. Zugegriffen: 14. August 2023. [Online]. Verfügbar unter: [https://www.kba.de/DE/Statistik/Produktkatalog/produkte/Fahrzeuge/fz27\\_b\\_uebersicht.html?nn=3514348](https://www.kba.de/DE/Statistik/Produktkatalog/produkte/Fahrzeuge/fz27_b_uebersicht.html?nn=3514348)
- [45] Abgeordnetenhaus Berlin, „Schriftliche Anfrage des Abgeordneten Dr. Michael Efler (LINKE), Drucksache 18 / 28 543, 18. Wahlperiode“. 2021.
- [46] Abgeordnetenhaus Berlin, „Schriftliche Anfrage des Abgeordneten Dr. Michael Efler (LINKE), Drucksache 18 / 28 290, 18. Wahlperiode“. 2021.
- [47] Abgeordnetenhaus Berlin, „Schriftliche Anfrage der Abgeordneten Kristian Ronneburg und Ferat Kocat (LINKE), Drucksache 19 / 15 221, 19. Wahlperiode“. 2023.
- [48] Berliner Verkehrsbetriebe (BVG), „Geschäftsbericht 2022“. April 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://unternehmen.bvg.de/wp-content/uploads/2023/05/BVG-Geschaeftsbericht-2022.pdf>
- [49] Berliner Verkehrsbetriebe (BVG), „Mediendownloads“. Zugegriffen: 16. August 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://unternehmen.bvg.de/mediendownloads/>
- [50] Berliner Verkehrsbetriebe (BVG), „Die ganze Welt der BVG - Zahlenspiegel“. April 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://unternehmen.bvg.de/wp-content/uploads/2023/05/BVG-Zahlenspiegel-2023.pdf>
- [51] Berliner Verkehrsbetriebe (BVG), „Jelbi-Partner: Wir machen Partnerschaft in Berlin salonfähig“, Jelbi. Zugegriffen: 16. August 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.jelbi.de/mobilitaetspartner/>



- [52] Berliner Verkehrsbetriebe (BVG), „Wissenswertes zu Jelbi“, Jelbi. Zugegriffen: 16. August 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.jelbi.de/wissenswertes/>
- [53] Berliner Feuerwehr, „Jahresberichte - Liste der Ausgaben seit 1997“. Zugegriffen: 16. August 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.berliner-feuerwehr.de/service/mediathek/jahresberichte/>
- [54] Berliner Feuerwehr, „Jahresbericht 2022“. Zugegriffen: 16. August 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.berliner-feuerwehr.de/fileadmin/bfw/dokumente/Publikationen/Jahresberichte/jahresbericht2022.pdf>
- [55] Taxi Pay GmbH, „Taxi Berlin 030 - 20 20 20“, Taxi Berlin 202020 | Taxi bestellen in Berlin. Zugegriffen: 15. August 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.taxi-berlin.de/>
- [56] Verkehrsinformationszentrale Berlin, „Parken“. Zugegriffen: 15. August 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://viz.berlin.de/verkehr-in-berlin/parken/>
- [57] Parkplatz-Transform, „Parkplatz-Transform“. Zugegriffen: 15. August 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.xtransform.org/>
- [58] Bundesministerium der Justiz und Bundesamt für Justiz, „Verordnung über technische Mindestanforderungen an den sicheren und interoperablen Aufbau und Betrieb von öffentlich zugänglichen Ladepunkten für elektrisch betriebene Fahrzeuge (Ladesäulenverordnung - LSV)“. Zugegriffen: 15. August 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.gesetze-im-internet.de/lsv/BJNR045700016.html>
- [59] Bundesnetzagentur, „Elektromobilität: Öffentliche Ladeinfrastruktur“. Zugegriffen: 15. August 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/ElektrizitaetundGas/E-Mobilitaet/start.html>
- [60] Senatsverwaltung für Mobilität, Verkehr, Klimaschutz und Umwelt, „Verkehrsmanagement Berlin: 20 Fahrradzählstellen“. Zugegriffen: 16. August 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://data.eco-counter.com/ParcPublic/?id=4728#>
- [61] Senatsverwaltung für Mobilität, Verkehr, Klimaschutz und Umwelt, „Zählstellen und Fahrradbarometer: Fahrradverkehr in Zahlen“. Zugegriffen: 16. August 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.berlin.de/sen/uvk/mobilitaet-und-verkehr/verkehrsplanung/radverkehr/weitere-radinfrastruktur/zaehlstellen-und-fahradbarometer/>
- [62] Eco Counter, „Eco-Visio API“, Eco-Counter. Zugegriffen: 16. August 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://de.eco-counter.com/produits/eco-visio-range-de/eco-visio-api-5>
- [63] Klima-Bündnis, „Was ist STADTRADELN?“, STADTRADELN - Radeln für ein gutes Klima. Zugegriffen: 16. August 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.stadtradeln.de/darum-geht-es>
- [64] Klima-Bündnis, „Historie - Statistiken der letzten Jahre“, Stadtradeln - Radeln für ein gutes Klima. Zugegriffen: 16. August 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.stadtradeln.de/historie>
- [65] Klima-Bündnis, „RiDE - Radverkehr in Deutschland“, STADTRADELN - Radeln für ein gutes Klima. Zugegriffen: 16. August 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.stadtradeln.de/ride>
- [66] DB Deutsche Bahn AG, „Abschied vom Diesel - Fossile Kraftstoffe kommen bei der DB aufs Abstellgleis.“, DB Deutsche Bahn. Zugegriffen: 18. August 2023. [Online]. Verfügbar unter: [https://www.deutschebahn.com/de/presse/suche\\_Medienpakete/Alternative-Antriebe-und-Kraftstoffe](https://www.deutschebahn.com/de/presse/suche_Medienpakete/Alternative-Antriebe-und-Kraftstoffe)
- [67] Bundesamt für Strahlenschutz, „Öffentliche Stromversorgung und Bahnstromnetz“, Bundesamt für Strahlenschutz. Zugegriffen: 23. August 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.bfs.de/DE/themen/emf/nff/anwendung/strom-verkehr/stromnetz-bahnstrom.html>
- [68] Berliner Verkehrsbetriebe (BVG), „Immer Saft an der Schiene“, *plus - Das Kundenmagazin*, Bd. 3, S. 14f., 2014.
- [69] DB Energie GmbH, „Kennzeichnung der Stromlieferung 2021 - Stromkennzeichnung gemäß § 42 Energiewirtschaftsgesetz“. Oktober 2022. Zugegriffen: 17. August 2023. [Online]. Verfügbar unter: [https://www.dbenergie.de/resource/blob/4716320/2396dd1bf60a20b4865f99e32512a9b6/allgemeines\\_stromkennzeichnung-1--data.pdf](https://www.dbenergie.de/resource/blob/4716320/2396dd1bf60a20b4865f99e32512a9b6/allgemeines_stromkennzeichnung-1--data.pdf)
- [70] VBB Verkehrsverbund Berlin-Brandenburg GmbH, „Über uns - Wir machen die Verkehrswende erreichbar“. Zugegriffen: 17. August 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.vbb.de/der-vbb/ueber-uns/>
- [71] VBB Verkehrsverbund Berlin-Brandenburg GmbH, „Verkehrsunternehmen auf einen Blick“, VBB - Mobilität mit Zukunft. Zugegriffen: 17. August 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.vbb.de/der-vbb/ueber-uns/verkehrsunternehmen/>

- [72] VBB Verkehrsverbund Berlin-Brandenburg GmbH, „API mit Fahrplaninformationen“, VBB - Mobilität mit Zukunft. Zugegriffen: 17. August 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.vbb.de/vbb-services/api-open-data/api/>
- [73] Deutsche Bahn AG, „Katalog“, API Marketplace. Zugegriffen: 6. September 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://developers.deutschebahn.com/db-api-marketplace/apis/product>
- [74] Deutsche Bahn AG, „RIS::Journeys (Transporteure)“, DB API Marketplace. Zugegriffen: 6. September 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://developers.deutschebahn.com/db-api-marketplace/apis/product/ris-journeys-transporteure>
- [75] DB Deutsche Bahn AG, „RIS::Boards (Transporteure)“, DB API Marketplace. Zugegriffen: 6. September 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://developers.deutschebahn.com/db-api-marketplace/apis/product/ris-boards-transporteure>
- [76] DB Deutsche Bahn AG, „Timetables“, DB API Marketplace. Zugegriffen: 6. September 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://developers.deutschebahn.com/db-api-marketplace/apis/product/timetables>
- [77] DB Cargo AG, „Planner“, DB Cargo. Zugegriffen: 6. September 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://planner.dbcargo.com>
- [78] DB Cargo AG, „Alles online: mit den link2rail eServices von DB Cargo“, DB Cargo. Zugegriffen: 17. August 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.dbcargo.com/rail-de-de/link2rail>
- [79] DB Cargo AG, „Ist-Verkehrsdaten der DB Cargo auf Bst8-Ebene“. Zugegriffen: 6. September 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://data.deutschebahn.com/dataset/api-cargo.html>
- [80] Flughafen Berlin Brandenburg GmbH, „Abflüge und Ankünfte“, BER Flughafen Berlin Brandenburg. Zugegriffen: 17. August 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://ber.berlin-airport.de/de/fliegen/abfluege-ankuenfte.html>
- [81] Flughafen Berlin Brandenburg GmbH, „SK 2678“, BER Flughafen Berlin Brandenburg. Zugegriffen: 18. August 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://ber.berlin-airport.de/de/fliegen/abfluege-ankuenfte/flugdetails.html?flightId=830735>
- [82] R Software Inc., „Flight Data APIs“, RapidAPI. Zugegriffen: 6. September 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://rapidapi.com/collection/flight-data-apis>
- [83] Bundesnetzagentur, „Netzbetreiber (Energie)“. Zugegriffen: 20. August 2023. [Online]. Verfügbar unter: [https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/A\\_Z\\_Glossar/N/Netzbetreiber%20\(Energie\).html](https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/A_Z_Glossar/N/Netzbetreiber%20(Energie).html)
- [84] Stromnetz Berlin GmbH, „Berlins zuverlässiger Netzbetreiber“, Stromnetz Berlin. Zugegriffen: 20. August 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.stromnetz.berlin/uber-uns/>
- [85] Stromnetz Berlin GmbH, „Zahlen, Daten, Fakten - Stromnetz Berlin“, Stromnetz Berlin. Zugegriffen: 20. August 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.stromnetz.berlin/uber-uns/zahlen-daten-fakten/>
- [86] Agora Energiewende, „Agorameter“, Agora Energiewende. Zugegriffen: 18. August 2023. [Online]. Verfügbar unter: [https://www.agora-energiewende.de/service/agorameter/chart/power\\_generation/15.08.2023/18.08.2023/today/](https://www.agora-energiewende.de/service/agorameter/chart/power_generation/15.08.2023/18.08.2023/today/)
- [87] Bundesnetzagentur, „Marktdaten“, SMARD Strommarkt Daten. Zugegriffen: 20. August 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.smard.de/home/downloadcenter/download-marktdaten/>
- [88] Statistisches Bundesamt (Destatis), „KORREKTUR: Stromerzeugung 2020: 5,9 % weniger Strom ins Netz eingespeist als 2019“, Destatis Statistisches Bundesamt. Zugegriffen: 20. August 2023. [Online]. Verfügbar unter: [https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2021/03/PD21\\_101\\_43312.html](https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2021/03/PD21_101_43312.html)
- [89] Bundesministerium der Justiz und Bundesamt für Justiz, „Marktstammdatenregisterverordnung vom 10. April 2017 (BGBl. I S. 842), die zuletzt durch Artikel 10 des Gesetzes vom 20. Juli 2022 (BGBl. I S. 1237) geändert worden ist“, gesetz-im-internet.de. Zugegriffen: 20. August 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.gesetze-im-internet.de/mastrv/BJNR084210017.html>
- [90] Bundesnetzagentur, „Aktuelle Einheitenübersicht“, MaStR Marktstammdatenregister. Zugegriffen: 20. August 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.marktstammdatenregister.de/MaStR/Einheit/Einheiten/OeffentlicheEinheitenuebersicht>
- [91] Bundesnetzagentur, „Datendownload“, MaStR Marktstammdatenregister. Zugegriffen: 20. August 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.marktstammdatenregister.de/MaStR/Datendownload>
- [92] Bundesnetzagentur, „Webhilfe des Marktstammdatenregisters - Webdienst [v1.2]“. Zugegriffen: 20. August 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.marktstammdatenregister.de/MaStRHilfe/subpages/webdienst.html>

- [93] Bundesnetzagentur, „Kraftwerksdaten“, SMARD Strommarktdaten. Zugegriffen: 20. August 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.smard.de/home/downloadcenter/download-kraftwerksdaten/>
- [94] Bundesnetzagentur, „SMARD.de Benutzerhandbuch“. Juli 2022. Zugegriffen: 20. August 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.smard.de/resource/blob/208546/108612cd96cc27646cb328f0ca9cb3d2/smard-benutzerhandbuch-07-2022-data.pdf>
- [95] NBB Netzgesellschaft Berlin-Brandenburg mbH & Co. KG, Berlin, „Über die NBB“, NBB Netzgesellschaft Berlin-Brandenburg. Zugegriffen: 22. August 2023. [Online]. Verfügbar unter: [https://www.nbb-netzgesellschaft.de/ueber-die-nbb/?redirectid=skwRHqU7BF1599cu8Qb8eg2&wt\\_mc=qrzaehler&cHash=a5a43bcfb3fa27417462b91020f53444](https://www.nbb-netzgesellschaft.de/ueber-die-nbb/?redirectid=skwRHqU7BF1599cu8Qb8eg2&wt_mc=qrzaehler&cHash=a5a43bcfb3fa27417462b91020f53444)
- [96] NBB Netzgesellschaft Berlin-Brandenburg mbH & Co. KG, Berlin, „Geschäftsbericht 2022“. 14. Februar 2023. Zugegriffen: 22. August 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.nbb-netzgesellschaft.de/ueber-die-nbb/wer-wir-sind/unternehmensberichte/#b1802b>
- [97] Vattenfall Wärme Berlin AG, „Fernwärme“, Vattenfall. Zugegriffen: 21. August 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://waerme.vattenfall.de/waerme/stadtwaerme/>
- [98] BTB Blockheizkraftwerks-Träger- und Betreibergesellschaft mbH Berlin, „Über uns“, BTB Energie ... intelligent vor Ort. Zugegriffen: 21. August 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.btb-berlin.de/ueber-uns/>
- [99] Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Bauen und Wohnen, „Versorgungsbereiche Gebäudewärme / Überwiegende Heizungsarten 2005“, Umweltatlas Berlin. Zugegriffen: 21. August 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.berlin.de/umweltatlas/energie/gebaeudewaerme/2005/kartenbeschreibung/>
- [100] BTB Blockheizkraftwerks-Träger- und Betreibergesellschaft mbH Berlin, „Heizkraftwerke und Fernwärmenetz“, BTB Energie ... intelligent vor Ort. Zugegriffen: 21. August 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.btb-berlin.de/heizkraftwerke-und-fernwaermenetz/>
- [101] Statistische Ämter des Bundes und der Länder, „Startseite“, zensus2022. Zugegriffen: 23. August 2023. [Online]. Verfügbar unter: [https://www.zensus2022.de/DE/Home/\\_inhalt.html](https://www.zensus2022.de/DE/Home/_inhalt.html)
- [102] Statistische Ämter des Bundes und der Länder, „Die Musterfragebogen des Zensus 2022“, zensus2022. Zugegriffen: 23. August 2023. [Online]. Verfügbar unter: [https://www.zensus2022.de/DE/Wer-wird-befragt/Musterfragebogen\\_Uebersicht/Fragebogen.html](https://www.zensus2022.de/DE/Wer-wird-befragt/Musterfragebogen_Uebersicht/Fragebogen.html)
- [103] Statistische Ämter des Bundes und der Länder, „Zensus 2011 - Gebäude- und Wohnungszählung zum 9. Mai 2011“. 7. Oktober 2012. Zugegriffen: 23. August 2023. [Online]. Verfügbar unter: [https://www.zensus2011.de/SharedDocs/Downloads/DE/Fragebogen/Fragebogen\\_Gebaeude\\_und\\_Wohnungszaehlung.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](https://www.zensus2011.de/SharedDocs/Downloads/DE/Fragebogen/Fragebogen_Gebaeude_und_Wohnungszaehlung.pdf?__blob=publicationFile&v=2)
- [104] T. Köveker, M. Kröger, und F. Schütze, „Wärmemonitor 2020 und 2021: Heizenergiebedarf leicht gesunken, Klimaziele aber verfehlt“, *DIW Wochenbericht*, Nr. 43, 2022, doi: 10.18723/DIW\_WB:2022-43-1.
- [105] Statistische Ämter des Bundes und der Länder, „Was ist der Zensus?“, zensus2022. Zugegriffen: 23. August 2023. [Online]. Verfügbar unter: [https://www.zensus2022.de/DE/Was-ist-der-Zensus/\\_inhalt.html](https://www.zensus2022.de/DE/Was-ist-der-Zensus/_inhalt.html)
- [106] Bundesamt für Ausfuhrkontrolle, „Förderübersicht: Bundesförderung für effiziente Gebäude - Einzelmaßnahmen (BEG EM)“. 1. Januar 2023. Zugegriffen: 7. September 2023. [Online]. Verfügbar unter: [https://www.bafa.de/SharedDocs/Downloads/DE/Energie/beg\\_em\\_foerderuebersicht.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](https://www.bafa.de/SharedDocs/Downloads/DE/Energie/beg_em_foerderuebersicht.pdf?__blob=publicationFile&v=2)
- [107] Bundesverband der Deutschen Heizungsindustrie e.V., „Pressegrafiken“, BDH: Bundesverband der Deutschen Heizungsindustrie. Zugegriffen: 7. September 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.bdh-industrie.de/presse/pressegrafiken>
- [108] Bundesministerium der Justiz und Bundesamt für Justiz, „Bundes-Immissionsschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274; 2021 I S. 123), das zuletzt durch Artikel 11 Absatz 3 des Gesetzes vom 26. Juli 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 202) geändert worden ist“. 26. Juli 2023. Zugegriffen: 7. September 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.gesetze-im-internet.de/bimschg/>
- [109] Senatsverwaltung für Mobilität, Verkehr, Klimaschutz und Umwelt, „Genehmigungs- und Überwachungsdaten“. Zugegriffen: 20. August 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.berlin.de/sen/uvk/umwelt/industrie-und-gewerbeanlagen/genehmigungs-und-ueberwachungsdaten/>

- [110] Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Bauen und Wohnen, „Brennstoffeinsatz und CO<sub>2</sub>-Emissionen ausgewählter Anlagen“, Umweltatlas Berlin. Zugegriffen: 7. September 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.berlin.de/umweltatlas/energie/feuerungsanlagen/>
- [111] Senatsverwaltung für Mobilität, Verkehr, Klimaschutz und Umwelt, „Industrie- und Gewerbeanlagen“, berlin.de. Zugegriffen: 27. September 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.berlin.de/sen/uvk/umwelt/industrie-und-gewerbeanlagen/>
- [112] Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Bauen und Wohnen, „08.07 Brennstoffeinsatz und CO<sub>2</sub> - Emissionen ausgewählter Anlagen“. 2022. Zugegriffen: 7. September 2023. [Online]. Verfügbar unter: [https://www.berlin.de/umweltatlas/\\_assets/energie/feuerungsanlagen/de-texte/k807\\_2022.pdf?ts=1678801277](https://www.berlin.de/umweltatlas/_assets/energie/feuerungsanlagen/de-texte/k807_2022.pdf?ts=1678801277)

## **Impressum**

Climate Change Center Berlin Brandenburg

Technische Universität Berlin, c/o ECDF, Wilhelmstraße 67, 10117 Berlin

[www.climate-change.center](http://www.climate-change.center)

Redaktion/Gestaltung: Birgit Holthaus; Foto: Philipp Arnoldt

